

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**“Estudio Comparativo para la Elaboración de
Compost por Técnica Manual en el Bioparque Amaru
Cuenca”**

**Trabajo de grado para la obtención de título de “Magister en
Agroecología y Ambiente.”**

AUTOR: MVZ. Isaías Clavijo Quizhpi

DIRECTOR: Dr. Ing. Fernando Gerardo Bermúdez

CUENCA – ECUADOR

2014



RESUMEN

El Bioparque Amaru Cuenca, es un centro de conservación y protección de la vida silvestre que produce considerable cantidades de materiales orgánicos procedentes de sustratos utilizados en el bioterio, de las deposiciones de los animales y restos de desperdicios de comidas. Estos residuos no son adecuadamente manejados, razón por la cual, se ha visto la necesidad de realizar un estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual.

El objetivo de este estudio consiste en establecer la mejor mezcla y condiciones de compostaje de los diferentes desechos orgánicos generados en el Bioparque Amaru Cuenca. Para el efecto se realizó un análisis comparativo de los factores: temperatura, humedad, pH, materia orgánica, macro y micro elementos, la diversidad de hongos y bacterias que intervienen en el proceso del compostaje, así como también la calidad del compost, evaluados en la fase de germinación de las hortalizas (lechuga y brócoli).

Una vez realizado el análisis comparativo de los dos tratamientos T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) y de T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio), se encontró una significativa estadística entre los dos. El tratamiento T1 presentó mejores resultados frente al tratamiento T2 de acuerdo a los parámetros evaluados, y teniendo un índice de germinación de semillas mayor al 90%.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que el compostaje es una solución real al tratamiento de los materiales orgánicos, una vez que el material ha sido higienizado y estabilizado puede ser dispuesto sin peligro para el uso agrícola

Palabras claves: estudio comparativo, compostaje, compost y estiércol



ABSTRACT

The Amaru Bioparque Cuenca, is a center for conservation and protection of wildlife, produces large amounts of organic materials from substrates used in the animal facility of the depositions of the animal and food waste remains. These wastes are not managed properly, why have seen the need to conduct a comparative study for composting by manual technique.

The objectives of this study were to establish the best mix and compost conditions of different organic waste generated in the Basin Amaru Bioparque to the end, a comparative analysis of the factors: temperature, humidity, pH, organic matter, macro and trace elements, the variety of fungi and bacteria that are involved in the process of composting, as well as compost quality, evaluated in the germination phase of vegetables (lettuce and broccoli).

Once the comparative analysis of the two treatments T1 (herbivore dung + leftovers) and T2 (+ carnivore dung remains vivarium), statistically significant difference was found, since T1 is the one presented the best results according to these parameters, and having index seed germination above 90%.

The results obtained in this study confirm that composting is a real solution to the treatment of organic materials, once the material has been sanitized and stabilized can be safely disposed for agricultural use.

Keywords: study comparative, composting, compost and manure.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.	EL PROBLEMA.....	11
1.1.1.	Formulación del problema	11
1.1.2.	Planteamiento del problema	12
1.1.3.	Justificación del problema	12
1.2.	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.2.1.	Objetivo general	13
1.2.2.	Objetivos específicos.....	13
1.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
1.4.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	14
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1.	EL COMPOSTAJE	15
2.1.1.	Historia de Compostaje	16
2.1.2.	Parámetros del control y afección del proceso.....	17
2.1.3.	El proceso de compostaje.	21
2.1.4.	Sistema de compostaje	23
2.2.	EL COMPOST	25
2.2.1.	Aspectos ambientales del compost.....	26
2.2.2.	Criterios de calidad.....	28
2.2.3.	Microbiología del Compost	28
2.2.4.	Normativa Internacional de Compostaje.	30
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL LUGAR	33
3.2.	DISEÑO DEL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL.....	34
3.2.1.	Elaboración de silos	35
3.2.2.	Elaboración de compost en silos por tratamientos.....	35
3.2.3.	Proceso de compostaje	38
3.2.4.	Semillero	38
3.3.	VARIABLES EVALUADAS.....	39
3.3.1.	Temperatura.....	39
3.3.2.	Humedad y pH.....	40



3.3.3.	Contenido de macro y micro elementos.....	40
3.3.4.	Diversidad de hongos y bacterias en el proceso de compostaje...	41
3.3.5.	Evaluaciones biológicas	41
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1.	PARÁMETROS DE COMPOST OBTENIDOS	44
4.2.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS TRATAMIENTOS	46
4.2.1.	Tiempo.....	47
4.2.2.	Temperatura	48
4.2.3.	Humedad	53
4.2.4.	pH.....	55
4.2.5.	Materia Orgánica.....	57
4.3.	COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS DE LOS TRATAMIENTOS	58
4.3.1.	Contenido de macroelementos (C, N, P, K Ca y Mg).....	59
4.3.2.	Relación carbono – nitrógeno (C/ N).....	66
4.3.3.	Contenido de micro nutrientes	67
4.4.	DIVERSIDAD DE HONGOS Y BACTERIAS EN EL PROCESO DEL COMPOSTAJE.	71
4.5.	EVALUACIÓN BIOLÓGICA	75
4.5.1.	Organismos totales del sustrato	82
V.	CONCLUSIONES	83
VI.	RECOMENDACIONES	86
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	ANEXOS	103

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1.	Diseño de tratamientos en bloques completamente al azar...	34
Cuadro 3.2.	Cantidad de materiales utilizados por unidad experimental.....	36
Cuadro 3.3.	Cantidad de material utilizado en silos por tratamientos.....	37



Cuadro 3.4.	Diseño de sustratos en bloques completamente al azar.....	39
Cuadro 4.1.	Resultado del análisis microbiológico a los 60 días y 120 días de establecidas en las aboneras con diferentes mezclas de materia orgánica. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	44
Cuadro 4.2.	Resultados del Laboratorio de Fitopatología de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de lechuga y brócoli. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	44
Cuadro 4.3.	Resultados de análisis químico de las dos aboneras con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	45
Cuadro 4.4.	Característica de un compost comercialmente aceptable.....	46
Cuadro 4.5.	Parámetros de interpretación de macro y micro elementos del suelo de Región Sierra.....	47
Cuadro 4.6.	Registro de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	50
Cuadro 4.7.	Resultado de análisis de MANOVA de temperaturas obtenidas en los dos tratamientos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.....	53
Cuadro 4.8.	Resultados del análisis de varianza ANOVA de los contenidos de pH, Humedad, Materia Orgánica, macro (N, P, K, Ca, C y Mg) y microelementos (Fe, Cu, Mn y Zn).....	60
Cuadro 4.9.	Porcentaje de germinación de las hortalizas en sustrato a los 7 días de establecida el semillero. B ioparque Amaru, Cuenca 2012.....	78
Cuadro 4.10.	Índices de germinación de las hortalizas en compost a los 30 días. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	79
Cuadro 4.11.	Desarrollo de raíz (cm) de las hortalizas sembradas en tres diferentes sustratos a los 30 días. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Proceso y evolución del compostaje.....	17
Figura 3.1.	Promedio de temperatura (°C) y precipitación (mm) durante el periodo mayo-agosto del 2012. Bioparque Amaru, Cuenca.....	33
Figura 3.2.	Protocolo de Submuestreo en los silos.....	34
Figura 4.1.	Comparación de los resultados de muestreos de temperatura realizados en las diferentes mezclas de material orgánica. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	51
Figura 4.2.	Comparación del contenido de humedad en los tratamientos con diferente material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012....	54
Figura 4.3.	Comparación del contenido de pH de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	56
Figura 4.4.	Comparación del contenido de materia orgánica de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012....	58
Figura 4.5.	Comparación del contenido de carbono de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	61



Figura 4.6.	Comparación del contenido de nitrógeno de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012....	63
Figura 4.7.	Comparación del contenido de fósforo de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	63
Figura 4.8.	Comparación del contenido de potasio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	64
Figura 4.9.	Comparación del contenido de calcio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	65
Figura 4.10.	Comparación del contenido de magnesio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012...	65
Figura 4.11.	Comparación de relación C/N de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	67
Figura 4.12.	Comparación del contenido de hierro de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	68
Figura 4.13.	Comparación del contenido de manganeso de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012...	69
Figura 4.14.	Comparación del contenido de cobre de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	70
Figura 4.15.	Comparación del contenido de zinc de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	71
Figura 4.16.	Organismos totales presentes durante el proceso de compostaje en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	75
Figura 4.17.	Porcentaje de germinación de las semillas de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) y de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>) establecida con tres sustratos abono compost. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Mapa: Ubicación del Bioparque Amaru de Cuenca.....	104
Anexo 2.	Mapa gráfico del Bioparque Amaru de Cuenca.....	105
Anexo 3.	Imagen: Lugar de compostaje y silos.....	106
Anexo 4.	Imagen: Material obtenido al final del proceso de Compostaje....	107
Anexo 5.	Imagen: Establecimiento de semillero.....	108
Anexo 6.	Imagen: Desarrollo de las plantas.....	109
Anexo 7.	Registro de campo de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	110
Anexo 8.	Prueba de igualdad de Levene de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	110
Anexo 9.	Diagrama de Cajas de registro de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	111
Anexo 10.	Registró campo de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	112
Anexo 11.	Prueba de igualdad de Levene de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	112
Anexo 12.	Diagrama de Cajas de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru,	113



	Cuenca 2012.....	
Anexo 13.	Registro de campo de temperatura y de la humedad relativa diaria del semillero, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	114
Anexo 14.	Registro de campo de los porcentajes de germinación de las semillas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	114
Anexo 15.	Prueba de igualdad de Levene de los porcentaje de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	115
Anexo 16.	Análisis de varianza ANOVA de porcentaje de germinación de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	115
Anexo 17.	Registro de campo de los índice de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	116
Anexo 18.	Prueba de igualdad de Levene de índice de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	116
Anexo 19.	Resultado de análisis de ANOVA de índice de germinaciones obtenidas en dos tratamientos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.....	116
Anexo 20.	Registro de campo de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	117
Anexo 21.	Prueba de igualdad de Levene de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	117
Anexo 22.	Análisis de varianza ANOVA de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	117
Anexo 23.	Registro de campo de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de hortalizas, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	118
Anexo 24.	Prueba de igualdad de Levene de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de hortalizas, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.....	118
Anexo 25.	Análisis de varianza ANOVA de las poblaciones totales de bacterias y hongos (UFC/g de muestra) encontrados en tres sustratos diferentes. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.....	118
Anexo 26.	Prueba de Duncan de las medias totales de bacterias y hongos Med. (Ln X) (UFC/g) obtenidas en tres sustratos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.....	119
Anexo 27.	Resultados de exámenes de Laboratorio de AGROCALIDAD.....	120



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, **Isaías Clavijo Quizhpi**, autor de la tesis **"Estudio Comparativo para la Elaboración de Compost por Técnica Manual en el Bioparque Amaru Cuenca"**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca en base al artículo 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido y por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Agroecología y Ambiente. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicara afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 01 de octubre de 2014

Isaías Clavijo Quizhpi

0301932950



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

YO, **Isaias Clavijo Quizhpi**, autor de la tesis "**Estudio Comparativo para la Elaboración de Compost por Técnica Manual en el Bioparque Amaru Cuenca**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, 01 de octubre de 2014

Isaias Clavijo Quizhpi

0301932950



I. INTRODUCCIÓN

El incremento poblacional de los animales en el zoológico ha sido acelerado en los últimos años. Este crecimiento ha generado un aumento en la producción de los residuos, registrándose un aumento exponencial de éstos con respecto al de los animales (Arbeláez & Vega, 2008. Altamirano & Cabrera, 2006).

El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost de calidad) aplicable a la tierra como abono orgánico (Altamirano & Cabrera, 2006. Comando, 2006. Corporación de investigación Tecnológica de Chile [INTEC], 1999). Esta técnica es altamente beneficioso para el ambiente, debido a que se trata de una transformación natural de los restos orgánicos (Altamirano & Cabrera, 2006. Soto, 2003. Uribe, 2003).

1.1. EL PROBLEMA

1.1.1. Formulación del problema

La materia orgánica ocasiona serios problemas, ya que es acumulada y almacenada inadecuadamente, forma un hábitat de vectores transmisores de enfermedades, causando malos olores y provocando la contaminación. Por tal motivo, es necesario poner en marcha una propuesta de gestión y manejo de estos residuos orgánicos (Altamirano & Cabrera, 2006).

Hasta la actualidad, en el Bioparque, los sustratos utilizados en el bioterio, las deposiciones de los animales y restos de desperdicios de comida, no han sido manejados adecuadamente, razón por la cual surge



la necesidad de realizar un estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual (Arbeláez & Vega, 2008).

1.1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál es el resultado de comparar dos muestras de compost de elaboración manual en silos, uno con restos orgánicos procedentes de desperdicio de comida y estiércol de animales herbívoros, y otro con el sustrato procedente del bioterio y estiércol de animales carnívoros?

1.1.3. Justificación del problema

En la provincia del Azuay-Ecuador, no hay estudios realizados a profundidad sobre la elaboración de compost a base de estiércol de los animales del zoológico y sustratos procedentes del bioterio, así como su aplicación en la agricultura. No obstante, los residuos procedentes de diferentes sectores de la ciudad de Cuenca, así como también de huertos hortícolas a nivel rural han dado buenos resultados en la elaboración de compost (Empresa Municipal de Aseo Cuenca [EMAC], 2011).

Al realizar este tratamiento de la materia orgánica (compostaje) se contribuye en la disminución de los desechos orgánicos, se reduce la contaminación y se fomenta la producción (Altamirano & Cabrera, 2006. Labrador, 2001. Quinteros, s.f.).

Al formarse el compost aeróbicamente no se forma el gas metano, esto contribuye a la disminución de gases de efecto invernadero que son determinantes en el aumento de temperatura de la tierra; a la vez que se contribuye a reciclar al suelo la energía del sol convertida en materia orgánica (Labrador, 2001. Quinteros, s.f. Solange, 2008).



Por otra parte, el empleo creciente de fertilizantes químicos en los cultivos hace que se detenga la actividad microbiana, perjudicándose el nicho ecológico (Altamirano & Cabrera, 2006).

1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

- Establecer la mejor mezcla y condiciones de compostaje de los diferentes desechos orgánicos generados en el Bioparque Amaru Cuenca.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos mezclas, una, utilizando restos orgánicos procedentes de desperdicios de comida y estiércol de los animales herbívoros; y otra, a partir del sustrato utilizado de bioterio y estiércol de los animales carnívoros.
- Estudiar los factores: temperatura, humedad, pH y materia orgánica que condicionan el proceso de compostaje con las diferentes mezclas.
- Realizar el análisis comparativo de los macro y micro elementos procedentes del compostaje de ambas mezclas.
- Determinar la diversidad de hongos y bacterias que se encuentran, durante el proceso del compostaje.
- Evaluar la calidad de los compost, en un semillero en la fase de germinación, en las dos especies de hortalizas: brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*).



1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por su naturaleza, la investigación tiene un carácter experimental y longitudinal. Es experimental porque analiza el efecto producido por la acción o manipulación de dos variables independientes sobre las variables dependientes, y es longitudinal ya que compara datos obtenidos en diferentes periodos de tiempos o momentos de los variables involucrados en el estudio (Altamirano & Cabrera, 2006. Hernández, 2007).

1.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los componentes orgánicos (estiércol de animal, restos de vegetal, aserrín), utilizados en la elaboración del compost si contribuyen en la obtención de abono orgánico compost con gran contenido de nutrientes para las plantas, esterilizado, estable y con gran actividad biológica.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL COMPOSTAJE

La palabra Compost viene del latín “**componer**” (juntar). La definición más aceptada de compostaje es “**La descomposición biológica aeróbica (en presencia de aire) de residuos orgánicos en condiciones controladas**” (INTEC, 1999, p.85).

Esta técnica se basa en un proceso biológico que se realiza en condiciones de fermentación aerobia (con aire), con suficiente humedad y que asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un alimento homogéneo y altamente asimilable para nuestros suelos; ya que se asocia a sustancias húmicas que están presentes en el suelo, que es la esencia del buen vivir de un ambiente saludable, fértil y equilibrado en la naturaleza (Blanco, 2012. Obarra taldea, 2011. Scherer, 2010). En este proceso biológico interviene gran cantidad de población microbiana compuesta por bacterias, actinomicetos, y hongos, que son los responsables del 95% de la actividad del compostaje, además de algas, protozoos y cianofíceas (algas). Adicionalmente, en la fase final de este proceso intervienen también macro-organismos, tales como: colémbolos, ácaros, lombrices y otros pertenecientes a diversidad de especies (Obarra taldea, 2011. Meirelles et al., 2005. Yong et al., 2011).

Durante el compostaje, parte de la materia orgánica es mineralizada generando dióxido de carbono, agua y calor, mientras que la otra parte es transformada en sustancias húmicas que son estructuralmente muy similares a las presentes en el suelo (Zbytniewski & Buszewski, 2005). Con el fin de mejorar el proceso de descomposición de materia orgánica se puede adicionar en el compostaje fertilizantes minerales, tales como ceniza, cal o cualquier roca de tierra (Meirelles et al., 2005).



2.1.1. Historia de Compostaje

El hombre desde épocas remotas ha utilizado los residuos orgánicos como fuente de materia orgánica para sus cultivos y como acondicionadores de suelos (Luque, 1997 & Téllez, s.f.). La primera referencia a la aplicación de técnicas para transformar los residuos agrícolas y ganaderos en abonos se encuentran en China, India y Japón, donde eran conocidas y aplicadas hace más de 4.000 años. El contacto con otros pueblos y civilizaciones durante los siglos de invasiones y conquistas propiciaron que este conocimiento se transmitiera entre otras culturas. Principalmente fueron los árabes los que facilitaron que estas técnicas llegaran a Europa, donde se realiza la primera referencia escrita del proceso de compostaje (Gonzales, 2008).

El primer desarrollo significativo del compostaje en el siglo pasado proviene de una experiencia realizada en la India, llevada a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947, basado en el método que se conoce como proceso “indore” en homenaje al estado donde se realizaron los experimentos y se marcaron los primeros avances en el sistema de pila con volteo (Luque, 1997). Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método Indore. Simultáneamente a las experiencias que se obtenían en la India, en Italia en el año de 1922, se desarrollaba un método que utilizaba tanto el proceso aeróbico como anaeróbico en un sistema cerrado, este proceso se denominó “Beccari” (Opazo, 1991).

En 1929 se estableció la primera planta de compostaje en Wijster, Holanda, y en 1932 en la ciudad holandesa de Hanmer se instaló la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas con el método denominado “Maanen” (modificación del sistema Indore que consistía en usar grandes trincheras). A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas y a los inicios de los década de los 70 se incrementó a

230 plantas (Corazón Verde, 1996. Martínez, 1996). En la década de los cincuenta, se realizaron estudios de compostaje de residuos sólidos urbanos por parte de las Universidades de Michigan y California en EE.UU obteniendo un producto final de buena calidad (Henao, 1996. Opazo, 1991).

2.1.2. Parámetros del control y afección del proceso.

Los principales factores en el control de un proceso de compostaje incluyen parámetros ambientales (temperatura, contenido de humedad, pH, aireación), y parámetros relacionados con la naturaleza del sustrato (relación C/N, tamaño de partícula, contenido de nutrientes, porosidad del material). Todos ellos, en mayor o menor grado, afectan el crecimiento microbiano y por ende, determinan la velocidad y eficiencia del proceso (Figura 2.1.) (Cepeda & Valencia, 2007. Gea et al., 2007. Ruben, 2002. Yamada & Kawase, 2006. Kulcu & Yaldiz, 2007).

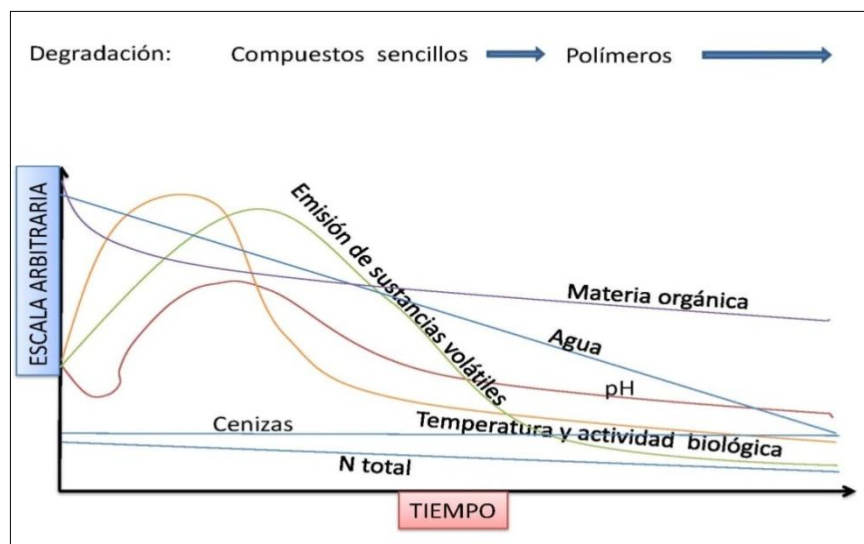


Figura 2.1. Proceso y evolución del compostaje

Fuente: Mustin, 1987 y Day et al., 1998; Tomado de Soto, 2003



2.1.2.1. La relación entre carbono y nitrógeno C/N.

El carbono y el nitrógeno son los elementos más importantes para el crecimiento bacteriano (Miscantaros, 2011). El Carbono es utilizado como fuente de energía por los microorganismos, en tanto el Nitrógeno es utilizado para síntesis proteica (Sztern & Pravia, 1999). Hay quienes plantean que la relación más apropiada para un compost equilibrado se establece en torno a un 15/1, 25/1 ó 35/1; además no se puede generalizarse, debido a la relación C/N original varía con respecto a la final, en función de diferentes factores y la composición de los materiales iniciales (Obarra taldea, 2011. Zmora-Nahum et al., 2005). Cabe recalcar que, con relaciones menores se volatiliza mucho nitrógeno y con relaciones mayores la descomposición orgánica es muy lenta (Castillo 2002. INTEC, 1999. Sadzawka, Carrasco, Grez & Mora, 2005).

2.1.2.2. El pH. (Acidez y alcalinidad)

El pH es un parámetro importante para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos, al igual que la temperatura varía con el tiempo y el proceso de compostaje. El pH inicial está normalmente entre 5 y 7. En los primeros días de compostaje, el pH cae a 5 o menos, debido a la presencia de ácidos orgánicos simples. Después de aproximadamente 3 días, la temperatura llega a la etapa termófila y el pH comienza a subir hasta aproximadamente 8 a 8,5 para el resto del proceso aeróbico. (INTEC, 1999. Miscantaros, 2011).

2.1.2.3. La humedad

El grado de humedad aconsejable de los materiales que comienzan el proceso del compost está entre el 30 y el 80%, y los niveles de humedad óptimos para un compost en su fase de maduración se suele situar entre el 40 y el 60% (Castillo et al 2002. Obarra taldea, 2011). Mientras que muy bajos contenidos de humedad (inferiores al 30 %) inhiben la actividad microbiana, contenidos muy altos (mayores del 65 %) inhiben la actividad microbiana.



generan condiciones anaeróbicas y la consecuente ralentización de la descomposición y la producción de olores desagradables (Meléndez & Soto, 2003. Miscantaros, 2011).

2.1.2.4. La aireación

Este factor es importante, ya que si la pila o cúmulo en donde se encuentran las materias primas del compost deja de tener aireación, el proceso de fermentación cambia de aeróbico a anaeróbico generándose productos distintos y graves problemas de olor (INTEC, 1999). La cantidad de oxígeno también varía en función de los materiales a compostar y del momento de la descomposición (Obarra taldea, 2011). Al comienzo de la actividad oxidativa, la concentración de oxígeno en los poros es cercana al 15-20 % (semejante a la concentración de la atmósfera) y la de CO₂ oscila entre 0,5 y 5 %. A medida que la actividad biológica progresa, el oxígeno cae y el CO₂ aumenta (Miscantaros, 2011).

2.1.2.5. La temperatura

La temperatura es uno de los parámetros claves para la rápida maduración del compost, ya que aclimata el funcionamiento de los demás parámetros, en concreto en la actividad microbiana y la diversidad (Obarra taldea, 2011). La temperatura del compostaje puede elevarse hasta los 70° C; por arriba de 65°C se hace necesario remover o airear para evitar muerte de los organismos beneficiosos (Miscantaros, 2011). La fase termofílica (40 a 60° C) dura desde varias semanas a varios meses dependiendo del tamaño de la pila y de la composición de los ingredientes (Miscantaros, 2011). En esta fase, la descomposición ocurre más rápidamente y es también importante para destruir patógenos termosensibles (Fourti et al., 2008. Obarra taldea, 2011. Miscantaros, 2011). Un descenso de la temperatura en una compostera, es indicador de una disminución en la actividad microbiana por falta de aireación, deficiencia de agua o de poca disponibilidad de nutrientes (Baeta-Hall et al, 2002. Qiao & Ho, 1997).



2.1.2.6. Tamaño de partícula

La velocidad con que ocurren las reacciones dentro del proceso de compostaje está en dependencia del tamaño de las partículas del material original, ya que mientras más pequeño sea el tamaño de las partículas, más rápido es el proceso de descomposición, debido a que mayor es la superficie que se encuentra disponible para el ataque de los microorganismos (Corominas & Pérez, 1994. INTEC, 1999. Pascuali, 1980. Vento, 2000).

2.1.2.7. Acción de metales pesados

La presencia de metales pesados en el compost puede aumentar su concentración en las cosechas y ser tóxica para los seres humanos. Los elementos de mayor preocupación para la salud de los seres humanos son el cadmio, plomo, arsénico, selenio y mercurio (Corbitt, 2003). En general un compost de buena calidad y apto para su aplicación en la agricultura presenta los siguientes límites máximos admitidos en relación con los elementos pesados: Cadmio 10 ppm (mg/kg), Cobre 450 ppm (mg/kg), Níquel 120 ppm (mg/kg), Plomo 300 ppm (mg/kg), Zinc 1.100 ppm (mg/kg), Mercurio 7 ppm (mg/kg) y Cromo 400 ppm (mg/kg) (Labrador, 2001).

2.1.2.8. Patógenos

Los patógenos son causantes de enfermedades y pueden pertenecer a cualquiera de las clases de microorganismos. (bacterias, hongos, virus, rickettsias y protozoos) (Thobanoglous et al., 1994). Estos organismos prefieren temperaturas por debajo de los 42°C, ya que normalmente viven a la temperatura corporal del hombre y animales o a la temperatura ambiental de las plantas (Thobanoglous et al, 1994). En el proceso de compostaje se debe tener en cuenta la destrucción de patógenos ya que la mayoría de los organismos patógenos no toleran a



temperatura que sobrepasan a 55°C por ser termo sensibles (Luque, 1997 & Thobanoglous et al., 1994).

2.1.2.9. Densidad

La densidad o el peso de la unidad de volumen de un compost, se da por el contenido de humedad de la materia orgánica, la distribución del tamaño de las partículas y el grado de descomposición (Muñoz, 2005).

2.1.3. El proceso de compostaje.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura: (Infoagro, 2011).

2.1.3.1. Mesolítico

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica, la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH (Stofella & Khan, 2004). En esta etapa abundan las bacterias mesofílicas (108 bacterias/ g de suelo) y hongos mesofílicos (106 hongos/ g de suelo). El número de actinomicetos permanece relativamente bajo (104 actinomicetos/ g de suelo). Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos, la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5-6, debido a la descomposición de lípidos, de glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad (Stofella & Khan, 2004). El color en esta etapa aún es claro y tiene olor a frutas, verduras y hojas frescas. En esta fase se debe mantener el agua a 40-60%, ya que distribuye los nutrientes por la masa (C, N, P, K, B, Ca, Mg, Na y otros) (Stofella & Khan, 2004).



2.1.3.2. Termofílica

Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino (Infoagro, 2011). A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporógenas y actinomicetos; estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas (Infoagro, 2011). La temperatura continúa ascendiendo hasta llegar a valores de 75° C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen dormidas mientras que las bacterias termofílicas (109 bacterias/ g de suelo húmedo), actinomicetos (108 actinomicetos/ g de suelo húmedo) y hongos termofílicos (106 hongos/ g de suelo húmedo), se encuentran en su óptimo estado, generando incluso más calor que los mesófilos (Infoagro, 2011). La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa mesolítico provoca el incremento del pH, que se encuentran desde 5.5 hasta 7.5, el cual permanece constante hasta el final del proceso (Infoagro, 2011. Stofella & Khan, 2004).

2.1.3.3. De enfriamiento

Una vez que los nutrientes y la energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75°C, hasta los 40°C o a la temperatura del ambiente, provocando la muerte de estos y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40-45°C, estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea utilizada y el pH del medio desciende ligeramente (Infoagro 2011. Stofella & Khan 2004).

2.1.3.4. De maduración

La madurez del compost está relacionado, por un lado, con el nivel de sustancias húmicas mayoritariamente producidas en la última etapa del proceso, y por otro lado con el grado de descomposición de sustancias



orgánicas fitotóxicas producidas durante la fase activa del proceso compostaje (Amir et al., 2005). Si bien, la madurez del compost se ve afectada por la relativa estabilidad del material, describe el impacto de otras propiedades químicas del compost sobre el desarrollo de las plantas. Un compost maduro, presenta una total ausencia de compuestos potencialmente fitotóxicos, con tonalidad negro o marrón oscuro y olor a tierra (Amir et al., 2005). Por lo tanto, un compost inmaduro, puede presentar altos contenidos de amonio, ácidos orgánicos u otros compuestos hidrosolubles que pueden tener efectos inhibidores sobre la germinación y el desarrollo radicular de las plantas (García-Gil et al., 2003). Por esta razón la madurez del compost puede ser evaluada a través la relación amonio-nitrato, concentración de amonio, concentración de ácidos grasos, compuestos volátiles y algunos bioensayos a través de plantas o semillas (García-Gil et al., 2003). El índice de germinación, que es una medida de la fitotoxicidad del material, ha sido considerado como una cuantificación indirecta bastante confiable de la madurez del compost (Costa et al., 1991. Labrador, 2001. Rojas & Zeledón, 2005. Goyal et al., 2005. Stofella & Khan, 2004).

2.1.4. Sistema de compostaje

El sistema de compostaje tiene como finalidad facilitar el control y la optimización de parámetros operacionales, para obtener un producto final con la suficiente calidad tanto desde el punto de vista sanitario como de su valor fertilizante (Peña, 2002). El acortamiento del tiempo del proceso, la disminución de los requisitos de espacio y energía y de la seguridad higiénica de la planta de tratamiento son también factores decisivos para el diseño de estos sistemas de compostaje (Labrador, 2001. Peña, 2002). Los sistemas utilizados se pueden clasificar en dos grupos: abiertos y los cerrados. En los primeros, el compostaje se realiza al aire libre, en pilas o montones, mientras que en los segundos, la fase



de fermentación se realiza en reactores (Labrador, 2001. Costa et al., 1991).

2.1.4.1. Sistemas abiertos.

Son los sistemas tradicionales, donde los sustratos a compostar se disponen en pilas que pueden estar al aire libre o cubiertas. Entre estos tenemos: (Callejas, 2008. Ecoamérica, 2001. Costa et al., 1991. Labrador, 2001).

Apilamiento estático.

- Con aireación por succión (Sistema Beltsville¹), sin volteos; es el que necesita mayor tiempo de fermentación. Lo suficiente para proveer de una concentración de oxígeno de 15% a un compost compuesto (Costa et al, 1991).
- Con el ventilador actuando en sobrepresión o soplado (Sistema Rutgers²), es decir están concentradas en el sistema de control de temperatura de la masa que impide que sobrepase los 60°C. (Ecoamérica, 2001. Gonzales, 2008).

Apilamiento con volteo. Volteos en función de la temperatura y la humedad el cual permite diseñar pilas de mayor altura, en silo o caja para la fabricación de compost poco voluminosos y el tiempo de duración es de 4 meses promedio (Instituto Internacional de Reconstrucción Rural Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas [IIRR AVRDC], 1997. Obarra taldea, 2011).

Apilamiento con ventilación forzada. Sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales (INTEC, 1999).

2.1.4.2. Sistemas cerrados.

Sistemas utilizados generalmente para el tratamiento de desechos sólidos municipales de tamaño medio o grande, diseñados para reducir el



área y tiempo de compostaje y hacer un mejor control de los parámetros del proceso. Sin embargo, sus costos son elevados. Entre estos tenemos:

Reactores verticales.

- Continuos. Con alturas de 4 a 10 m donde el material compostable se encuentra en masa única. En este sistema se controla temperatura, aireación y características de los gases. El tiempo de compostaje es corto (dos semanas) (Labrador, 2001).
- Discontinuos. Reactores divididos en varios niveles, de 2 a 3 m de altura, donde la masa se voltea en la parte superior descendiendo al siguiente nivel según su madurez. El tiempo de fermentación es de una semana (Costa et al., 1991).

-
- 1 El sistema de succión se ideó en Beltsville por la U.S.D.A. y es ampliamente empleado en U.S.A (Costa et al., 1991).
 - 2 Se realizó en la Universidad de Rutgers en New Jersey (Costa et al., 1991).

Reactores horizontales.

- Estáticos. Tiempo de compostaje de 15 a 30 días. El producto requiere un compostaje posterior (Labrador, 2001).
- Dinámico. Cilindro de 2 a 3 m de diámetro y con giros de 2 a 3 rpm., donde los residuos permanecen en el reactor de 24 a 36 horas. El material es compostado posteriormente en pilas o reactores (Costa et al., 1991. Labrador, 2001).

2.2. EL COMPOST

El compost, producto resultante del proceso de compostaje, es considerado por diversos autores como un alimento para la cadena trófica del suelo, como una “siembra” promotora de la actividad biológica de los microorganismos del suelo, como un sustrato con propiedades de control de enfermedades de las plantas cultivadas (Fernández, Gómez & Estrada 2004). En suma, el compost puede constituir un excelente factor de



producción en los agroecosistemas y un excelente factor de protección y conservación de los suelos (Soto, 2003. Uribe, 2003).

2.2.1. Aspectos ambientales del compost

2.2.1.1. Ventajas

Propiedades físicas:

- Mejora la estructura y estabilidad del suelo (Solange 2008).
- Mejora su textura y su permeabilidad del suelo (regulación del balance hídrico del suelo), lo que facilita su aireación y por lo tanto la respiración de las raíces de las plantas (Solange, 2008).
- Previene y controla la erosión del suelo ya que al adicionar el compost en los suelos compactos se sueltan y los arenosos se compactan (Cubero, 1994. Faucette & Risse, 2012).

Propiedades químicas:

- Aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste ((Adediran. Taiwo & Sobulo, 2008).
- Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, permitiendo mayor disponibilidad de los nutrientes para las plantas (Vento, 2000).
- Proporciona cantidades variables de nutrientes especialmente de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, que se van liberando lentamente, facilitando el aprovechamiento por las plantas y estimulando su ciclo vegetativo (Solange, 2008).
- Los abonos orgánicos (compost) forman complejos que detienen los macro y micronutrientes, evitando su pérdida por lixiviación; además, incrementan la retención de la humedad en el suelo, y por ende proporciona a las plantas mayor resistencia a la sequía en épocas de verano (Solange, 2008. Vento, 2000).



Propiedades biológicas:

- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios (Cubero, 1994. Vento, 2000).
- Proporciona energía para los microorganismos renovando y aumentando la “vida” del suelo al promover la proliferación de macro y microorganismos útiles para la actividad biológica y la disponibilidad de elementos minerales, mejorando gradualmente la fertilidad del suelo (Bongcam, 2003).

Otras ventajas:

- Representa la reducción de volumen de residuos sólidos orgánicos sin olvidar que es la opción más barata y beneficiosa desde el punto de vista de salud ambiental y la supresión de las enfermedades transmitidas por el suelo (Carillo, 2007).
- El producto final obtenido del proceso de compostaje, proporciona un beneficio económico en la agricultura, ya que se ahorra en fertilizantes químicos y se generan nuevas oportunidades de trabajo (Solange, 2008).
- La aplicación del compost en los suelos degradados aumenta la población microbiana existente (responsable de la mineralización de materia orgánica y liberación de nutrientes esenciales como N, P, C) por ende la producción de sustancias biológicas activas útiles para mejorar y promover el desarrollo especialmente de la vegetación existente (Carillo, 2007).

2.2.1.2. Desventajas

- Es un proceso que requiere de tiempo, conocimientos, y técnicas para el normal desarrollo del sistemas de compostajes en condiciones óptimas sin causar problemas (Dalzell, 1991).
- La inversión económica para las instalaciones y costes de operación son altos (Basaure, 2012).



- Las instalaciones son complejas y el resultado es muy sensible a la composición de los materiales tratados (Basaure, 2012).

2.2.2. Criterios de calidad

La calidad de compost depende de los parámetros que intervienen durante el proceso de fermentación y maduración (temperatura, humedad, relación Carbono – Nitrógeno, presencia de oxígeno, pH, etc.), los cuales generalmente oscilan dentro de unos rangos debido a la heterogeneidad de la mezcla inicial (los residuos) y a las posibles variaciones estacionales en su composición (Fernández, Gómez & Estrada, 2004. Labrador, 2001. Soto, 2003. Uribe, 2003).

La calidad del compost está afectada por el material original (grado de digestión, contenido original de nutrientes, etc.) y por el sistema de compostaje utilizado (Mazzarino et al., 2005). Para evaluar la calidad de los materiales orgánicos, durante y al final del proceso de compostaje, se proponen criterios basados en la cuantificación de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos criterios definen las características benéficas del compost y permiten recomendar su aplicación para diferentes finalidades agrícolas (Cegarra, 1994).

2.2.3. Microbiología del Compost

El compostaje es un proceso complejo en el que intervienen una amplia gama de microorganismos que atacan a los residuos orgánicos. Los principales microorganismos que se encuentran presentes en el proceso son: hongos, bacterias (responsables del 95 % de la actividad de descomposición), actinomicetos y posiblemente también protozoos y algas (Stofella y Khan, 2004).



2.2.3.1. Bacterias del Compost

Las bacterias predominan en la actividad microbiana del compostaje aún más que los hongos. La población real de las bacterias depende del tipo de material básico, de las condiciones locales y de las enmiendas utilizadas (Viera, 2004).

Se han identificado diversas especies de bacterias en el compostaje de los residuos agrícolas pertenecientes al género *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter* y *Alcaligenes* (Lugo, 2005). En la primera etapa del compostaje se encuentra un gran número de especies, en la que predominan bacterias Gram negativas y entre ellos están *Streptococcus sp.*, *Vibrio sp.* y bacterias Gram positivas como *Bacillus sp.*, con al menos 2000 cepas. Algunas de estas sobreviven la fase termofílica en las capas exteriores de la compostera o en forma de esporas, pero la mayoría emigran posteriormente desde fuera. En la fase termofílica se encuentran las bacterias del géneros *Bacillus subtilis*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus lichenniformis*, *Clostridium thermocellus*, *Thermoactinomyces* (Atlas, 2001).

Entre los géneros más frecuentes de bacterias del suelo se encuentran *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus* (formadoras de esporas que sobreviven en un rango de pH de 2 a 8 y poseen una habilidad de degradar compuestos químicos orgánicos), *Brevibacterium*, *Caulobacter*, *Celullomonas*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Xanthomonas* (Atlas, 2001).

2.2.3.2. Hongos del Compost

Los hongos se presentan en el proceso de compostaje al mismo tiempo que los actinomicetos. Se han identificado dos formas de desarrollo de los hongos (mohos y levaduras). Las especies encontradas de hongos celulíticos en los materiales de compost son del género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* y *Chaetomium*. También



están presentes los *Basidiomycetos* que juegan un papel importante en la degradación de la lignina. En la fase mesofílica los hongos dominantes que se encuentran en una temperatura entre 35 y 45°C., son las especies *Paccclomyces variotii*, *Sctalidium thermophilum*, un *basidomiceto* no identificado y *Thermomyces lanuginosus* aunque esta última especie se la considera termofílica. También se encuentran hongos en el proceso termofílico de producción del compost como *Geotrichum candidum*, *Aspergillus fumigatus*, *Mucor pusillus*, *Chaetomium thermophile*, *Thermoasscus auranticus*, *Torula thermophila* (Atlas, 2001). Aunque algunos hongos son de tamaño muy pequeño, la mayor parte de ellos son visibles bajo la forma de cuerpos fructíferos (champiñones) por todo el montón de compost. El *Aspergillus fumigatus* es un moho considerado como degradador de la celulosa y la hemicelulosa; las esporas de esta especie toleran fácilmente temperaturas superiores a los 60 °C por lo tanto son los más predominante. El correcto proceso de compostaje es el que mantiene una población activa y previene la reactivación de las bacterias patógenas (Stofella & Khan, 2004). Solo una pequeña cantidad de hongos del suelo causan enfermedades a los vegetales tales como los de géneros: *Armillaria*, *Helminthosparium*, *Ophiobolus*, *Plasmodiophora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Verticilium*, *Thielaviopsis*, *Phytium*, *Fusarium* (Sánchez, 2001).

2.2.4. Normativa Internacional de Compostaje.

Las regulaciones que se exponen a continuación son una normativa europea, vigente que se aplica en Chile, y servir de referencia como estándares de calidad (INTEC, 1999). La normativa aplica al compost producido en Chile así como en el compost importado; busca promover la gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos generados en el territorio, para prevenir la introducción de plagas que puedan venir incorporados a producto importado y promover y fomentar el



desarrollo de la industria nacional del compost (Gobierno Regional Región Metropolitana de Santiago [STGO], 2000).

En esta normativa se identifican tres clases de compost:

- Compost clase A: Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados (Arsénico 15 mg/kg, Cadmio 2 mg/kg, Cobre 100 mg/kg, Cromo 120 mg/kg, Mercurio 1 mg/kg, Niquel 20 mg/kg, Plomo 100mg/kg, Zinc 200 mg/kg de compost base seca), su conductividad eléctrica debe ser menor a tres decisiemens por metro (3dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 25. Este producto no presenta ninguna restricciones de uso (STGO, 2000).
- Compost clase B: Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados (Arsénico 20 mg/kg, Cadmio 8 mg/kg, Cobre 1000 mg/kg, Cromo 600 mg/kg, Mercurio 4 mg/kg, Niquel 80 mg/kg, Plomo 300mg/kg, Zinc 2000 mg/kg de compost base seca), su conductividad eléctrica debe ser menor a ocho decisiemens por metro (8dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 30. Este producto puede presentar algunas restricciones de uso si su conductividad eléctrica es mayor de tres decisiemens por metro (3dS/m) (STGO, 2000), en estos casos se recomienda, para mejorar la calidad del compost combinar dos o más de los siguientes métodos: aplicaciones de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo, aplicaciones de azufre para reducir el pH, aplicación de yeso (SO_4Ca) para intercambiar el Na^+ por el Ca^{2+} y aplicaciones de yeso ($\text{SO}_4\text{Ca} \times 2\text{H}_2\text{O}$) como enmienda de suelos sódicos (Machado, 2008).
- Compost Inmaduro: Es una materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílicas y termofílicas del proceso de compostaje donde ha sufrido una descomposición inicial pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración requeridas para obtener un compost clase A o B (STGO, 2000).



A continuación se describe los parámetros que se consideran para su clasificación:

- Reducción de Patógenos: Para eliminar patógenos la temperatura de compost debe mantenerse a 55°C o más, por un periodo de al menos de 15 días (STGO, 2000).
- Olores: El compost no debe presentar olores fuertes a excepción de un aroma característico a bosque (STGO, 2000).
- Humedad: El compost de toda clase no debe ser menor que 30% en peso (STGO, 2000).
- Metales pesados: Cobre 100 mg/kg y Zinc 200mg/kg en base seca (STGO, 2000).
- Relación C/N: Compost clase A: entre 10-25. Compost clase B: entre 10-40. Compost Inmaduro: Máximo 50 (STGO, 2000).
- Ph: Compost clase A: 7.0-8.0. Compost clase B: 6.5-8.5. Compost inmaduro 6.0-8.5 (STGO, 2000).
- Madurez: Después de una incubación (compost) de 24hrs. en condiciones anaeróbicas a una temperatura de 55°C, el pH del producto debe ser mayor a 6.5 (STGO, 2000).
- Materia orgánica: El contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost debe ser mayor o igual a 25% en base seca (STGO, 2000).
- Productividad agrícola: Germinación de semilla: Igual o menor a 2 semillas de maleza germinadas/litro compost. Toxicidad a la planta: A lo menos debe prosperar el 90% de las plantas referencia (plantación sin compost) (Se hace necesario definir la especie) (STGO, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

El estudio comparativo de compost por método manual se realizó en el Bioparque Amaru Cuenca, el cual cuenta con una superficie de 6,25 hectáreas (anexo 1). En lo referente a la situación geopolítica, se encuentra ubicado en el sector de Rayoloma - Monay, dentro de la parroquia Paccha, al costado oriental de la ciudad de Cuenca, Cantón Cuenca, Provincia Azuay-Ecuador. Su ubicación geográfica: 727480m E y 9679669m S, Altura 2613m (anexo2) (Elecaastro S.A, 2010. Google Earth, 2014). La temperatura y la precipitación de la parroquia, registrada durante el periodo mayo - agosto del 2012 se puede observar en la figura 3.1. (Programa para el Manejo del Agua y del Suelo [PROMAS], 2012).

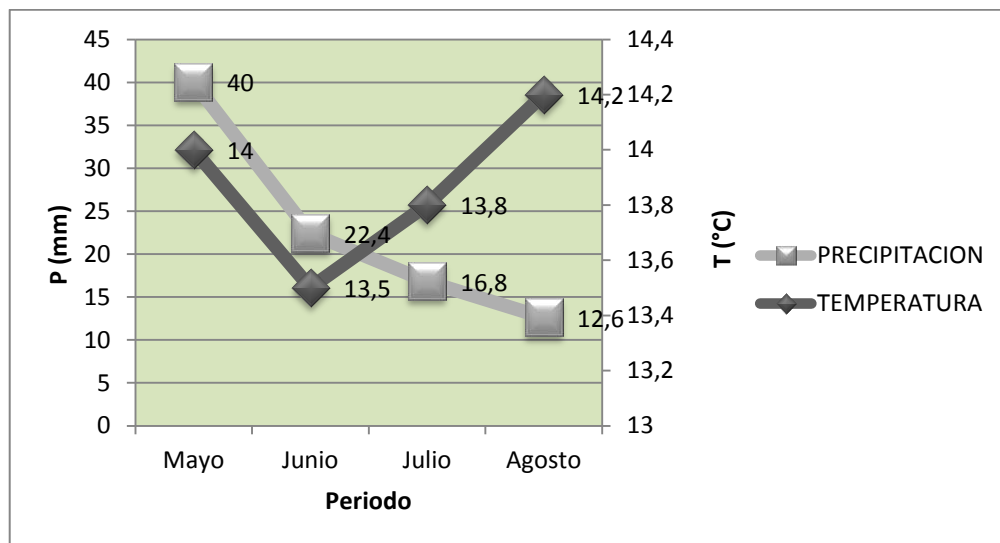


Figura 3.1. Promedio de temperatura (°C) y precipitación (mm) durante el periodo mayo- agosto del 2012. Bioparque Amaru, Cuenca.

3.2. DISEÑO DEL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se llevó a cabo en bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y una unidad de observación por cada tratamiento; en total 6 unidades experimentales (Cuadro3.1). Las unidades experimentales tenían las siguientes dimensiones: 1.0 m de largo por 0.80 m de ancho y de 0.5 m de altura, lo que equivale a 0.4m^3 de capacidad para llenado de materiales a compostar. Los resultados de las unidades de observación no fueron considerados en el análisis estadístico ya que por poca material existente a compostar no tenían repeticiones, ya que la finalidad de estas unidades era para aprovechar los residuos existentes en el momento (Huerta, Fragoso & Lavelle. 2005. Quispe, Suquilanda & Lalama, 2009).

Cuadro 3.1. Diseño de tratamientos en bloques completamente al azar

BLOQUE I	T1R3	T1R2	T2R1	T1R1
BLOQUE II	T2R2	U.O1	T2R3	U.O2

T1R: Tratamiento1repeticion. T2R: Tratamiento 2 repeticion. U.O: Unidades de observación

Fuente: Isaías CI

De cada silo el submuestreo se realizó al azar en cinco lugares diferentes a 0,25 metros de profundidad en diferentes etapas dependiendo del variable dependiente a evaluar (figura 3.2.) para su respectivo registró de datos y posterior análisis.

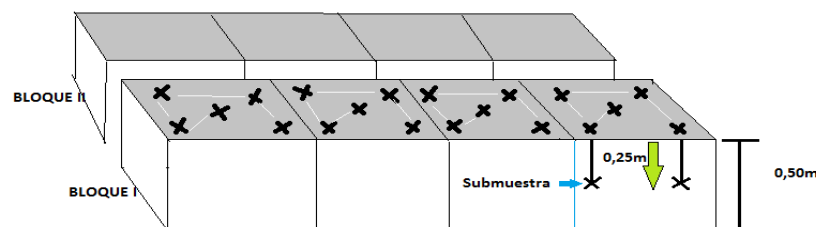


Figura 3.2. Protocolo de Submuestreo en los silos

Fuente: Isaías CI



3.2.1. Elaboración de silos

Materiales:

- Madera: Tiras, tablas y tablones.
- Metal: Clavos, grapas y alambres.

Herramientas:

- Martillo, serrucho, cierra, metro, machete, barreta, pala y nivel.

Instalación de los silos:

Se construyeron dos bloques con las siguientes dimensiones: 4 m de largo, 0.8 m de ancho y 0.5 m de altura. Cada bloque se dividió en cuatro partes, a un metro de distancia entre ellas (Arbeláez & Vega, 2008. Altamirano & Cabrera, 2006. Bermúdez, 1997).

3.2.2. Elaboración de compost en silos por tratamientos

Materiales:

Tratamiento 1

- Restos vegetales: desperdicio de comida de los animales (restos de frutas, hortalizas, leguminosas, gramíneas y cereales).
- Excremento de animal: estiércol de los herbívoros (estiércol de venados, llamas y osos).
- Minerales: ceniza.

Tratamiento 2

- Sustrato procedente de bioterio: aserrín, tierra negra y afrecho.
- Excremento de animal: estiércol de los carnívoros (estiércol de leones, pumas y tigrillos).



- Minerales: ceniza.

Unidades de observación 1

- Tierra y hojas de arbustos.

Unidades de observación 2

- Tierra y pastos.

En el cuadro 3.2 se indica la cantidad de los materiales utilizados por unidad experimental (Bermúdez, 1997. Food and Agriculture Organización [FAO], 2011. Garcimartin, 2008. Lesme & Olivera, 2011. Octavio, Paz & Dugo, 2003. Terrazas, 2011).

Cuadro 3.2. Cantidad de materiales utilizados por unidad experimental.

COMPONENTES	Kg	%
Tratamiento 1		
Estiércol de los herbívoros	228,8	38
Materia orgánica	360	60
Cenizas	5,7	2
Total	593,7	100
Tratamiento 2		
Estiércol de los carnívoros	228,8	38
Sustrato	180,6	60
Cenizas	5,7	2
Total	414,3	100
Unidades de Observación 1		
Tierra	351,8	50
hojas del arbusto	150	50
Total	501,8	100
Unidades de Observación 2		
Tierra	351,8	50
Pasto	50,15	50
Total	401,95	100

Nota. Fuente: Bermúdez, 1997. Food and Agriculture Organización [FAO], 2011. Garcimartin, 2008. Lesme & Olivera, 2011. Octavio, Paz & Dugo, 2003. Terrazas, 2011.

Herramientas y equipos:

- Para tomar datos se utilizó: termómetro de suelo, balanza y medidor de pH.



- Para el volteo se utilizó: lampa tipo cuchara y trinche.
- Para la cosecha se utilizó: lampas, tamiz y sacos.

Llenado de los silos:

Se colocó una caña perforada en el centro de cada silo y se añadió 2 litros de agua en forma de lluvia después de colocar cada capa. En el cuadro 3.3 se indica la cantidad de materiales que se utilizó por capas (Altamirano & Cabrera, 2006. Bermúdez, 1997. FAO, 2011. Garcimartin, 2008. Infoagro, 2011. Howard, 2010. Lesme & Olivera, 2011. Octavio, Paz & Dugo, 2003. Terrazas, 2011. Rojas & Zeledón, 2005. Sánchez, 2009).

Cuadro 3.3. Cantidad de material utilizado en silos por tratamientos.

CAPAS	MATERIALES	m	m3	Kg	%
Tratamiento 1					
5ta	Estiércol de los herbívoros	0,10	0,08	114,40	19
4ta	Restos de comida	0,15	0,12	180	30
3ra	Cenizas	0,01	0,008	5,70	2
2da	Estiércol de los herbívoros	0,10	0,08	114,40	19
1ra	Restos de comida	0,15	0,12	180	30
TOTAL		0,50	0,408	594,50	100
Tratamiento 2					
5ta	Estiércol de los carnívoros	0,10	0,08	114,40	19
4ta	Aserrín	0,15	0,12	90,30	30
3ra	Cenizas	0,01	0,008	5,70	2
2da	Estiércol de los carnívoros	0,10	0,08	114,40	19
1ra	Aserrín	0,15	0,12	90,30	30
TOTAL		0,50	0,408	415,10	100
Unidades de Observación 1					
2do	Tierra	0,25	0,20	351,80	50
1ro	Hoja de arbusto	0,25	0,20	150	50
TOTAL		0,50	0,40	501,80	100
Unidades de Observación 2					
2do	Tierra	0,25	0,20	351,80	50
1ro	Pastos	0,25	0,20	50,15	50
TOTAL		0,50	0,40	402	100

Nota. Fuente: Altamirano & Cabrera, 2006. Bermúdez, 1997. FAO, 2011. Garcimartin, 2008. Infoagro, 2011. Howard, 2010. Lesme & Olivera, 2011. Octavio, Paz & Dugo, 2003. Terrazas, 2011. Rojas & Zeledón, 2005. Sánchez, 2009.



3.2.3. Proceso de compostaje

Se realizó los siguientes procesos: (Altamirano & Cabrera, 2006. Infoagro, 2011. Howard, 2010. Rojas & Zeledón, 2005. Sánchez, 2009).

- A las dos semanas se quitó la caña perforada, luego de observarse la emanación de gases (metano y anhídrido carbónico).
- Al mes se realizó el primer volteo, con la ayuda de una lampa y el trinche.
- Se sacó la primera parte de 20 cm, a un costado del silo, y el resto del material al otro lado, ya que al ser devuelto, primero se debe echar en el fondo la primera capa de encima, y la capa del fondo debe quedar encima; mientras que se iban llenando las capas se fue agregando agua.
- Una vez terminada, se colocó la caña, que fue retirada una semana después.
- Después de 30 días del primer volteo se realizó el segundo volteo con las mismas características del anterior volteo, con la diferencia que en éste volteo ya no se colocó la caña.
- Luego de 30 días del segundo volteo, se realizó el tercer volteo con las mismas características del volteo anterior.
- Para cosechar se dejó secar a los silos por una semana; luego se procedió a tamizar en una malla metálica.
- El tiempo necesario para el proceso de compostaje fue de cuatro meses (anexo 4).

3.2.4. Semillero

Para la evaluación de la calidad de compost se estableció un semillero en bandeja, para la cual se utilizó semillas de brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*) (Del Pozo, 2005).

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones (cuadro 3.4). En cada semillero de brócoli y de lechuga, se utilizó de 40 y 60% de compost a base de estiércol de herbívoro con restos de comida (Tratamiento 1), de 40 y 60% de compost a base de estiércol de herbívoro con restos de bioterio (Tratamiento 2) y de 40 y 60% de turba (Testigo), en total 36 unidades experimentales (Quispe, Suquilanda & Lalama, 2009).

Cuadro 3.4. Diseño de sustratos en bloques completamente al azar

BLOQUE I	Le.Tr1 40%RI	Br.Tr2 60%RI	Br.Tr2 40%RIII	Br.Tr1 40%RIII
	Le.Tr2 60%RI	Br.Tr2 40%RII	Le.Tr1 60%RIII	Le.T 60%RIII
	Le.Tr2 40%RIII	Le.Tr1 40%RII	Br.Tr2 60%RIII	Le.Tr1 40%RIII
BLOQUE II	Br.Tr1 40%RI	Le.T 40%RI	Br.Tr1 60%RII	Br.T 40%RIII
	Le.Tr2 60%RII	Br.T 60%RI	Le.Tr2 60%RIII	Br.T 60%RIII
	Br.Tr1 60%RIII	Br.Tr2 40%RI	Le.T 40%RIII	Le.Tr1 60%RII
BLOQUE III	Br.Tr1 60%RI	Br.T 40%RII	Br.T 40%RI	Le.T 60%RII
	Le.Tr1 60%RI	Br.Tr1 40%RII	Le.Tr2 40%RII	Br.Tr2 60%RII
	Br.T 60%RII	Le.T 40%RII	Le.Tr2 40%RI	Le.T 60%RI

Le: Lechuga. Br: Brócoli. Tr1: Tratamiento 1. Tr2: Tratamiento 2. T: Testigo

Fuente: Isaias CI

3.3. VARIABLES EVALUADAS

3.3.1. Temperatura

Se realizó el registro de temperatura cada siete días después de establecidas las composteras. La medición se realizó con un termómetro



específico para suelo, para el efecto se muestreó en cinco puntos al azar de la abonera a una profundidad de 25 cm, con un tiempo de duración de dos minutos y se promedió, en total se realizó 16 registros semanales (Altamirano & Cabrera, 2006. Rojas & Zeledón, 2005).

3.3.2. Humedad y pH

Se tomó un kilogramo del sustrato en la etapa final (madurez de la abonera) en cinco puntos de la abonera por cada tratamiento, se mezclaron y de estas muestras se envió un kilogramo, debidamente etiquetado, al laboratorio para determinar la humedad y el pH. En el laboratorio para determinar el pH se utilizó el método de potenciómetro y la humedad por el método de gravimetría (Altamirano & Cabrera, 2006. Agrocalidad, 2012. Rojas & Zeledón, 2005).

3.3.3. Contenido de macro y micro elementos

Se tomó un kilogramo del sustrato en la etapa final (madurez de la abonera) en cinco puntos al azar de la abonera por cada tratamiento; se mezclaron y de esta mezcla se envió, debidamente etiquetado, un kilogramo al laboratorio, para determinar el contenido de C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn. El carbono orgánico y nitrógeno se determinó por método volumétrico, el fosforo por el método colorimétrico y restos de nutrientes por el método de espectrofotometría de absorción atómica. (Altamirano & Cabrera, 2006. Castillo, 1999. Fernández, 2006. Muñoz, 2000. Rojas & Zeledón, 2005).



3.3.4. Diversidad de hongos y bacterias en el proceso de compostaje

Se tomó cinco muestras al azar de cada tratamiento, ha mediados (60 días) y al final (120 días) del proceso de compostaje, 100 gramos de suelo en cada punto, se homogeneizaron todas ellas para formar la muestra representativa, y se enviaron al laboratorio de microbiología para determinar la diversidad microbiana de hongos y bacterias presente en cada abonera. El medio utilizado para aislamiento bacteriológico fue en Agar Nutritivo y pruebas bioquímicas, y para aislamiento de hongos fue en medio Papa Dextrosa Agar acidificado (PDA). De los sustratos se realizó conteo indirecto por el método de dilución de número estimado de unidad formadora de colonias (UFC), el medio utilizado para recuento de bacterias fue en Agar Nutritivo y para hongos fue en medio Papa Dextrosa Agar acidificado (PDA) (Altamirano & Cabrera, 2006. Agrocalidad, 2012. Rojas & Zeledón, 2005. Deacon et al., 2009).

3.3.5. Evaluaciones biológicas

Para la evaluación de la calidad del compost se estableció un semillero, en bandejas plásticas en las que se aplicarán cinco libras de compost (ya cosechado a los cuatro meses), en cada bandeja de 0.5 m de largo y 0.25 m de ancho. Se sembraron 100 semillas de brócoli (*Brassica oleracea*) de variedad Premium y 100 semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) de variedad Grisley. Se realizó una prueba de germinación a los 30 días, la cual, consiste en hacer germinar semillas de hortalizas para conocer la respuesta biológica de acuerdo al grado de maduración de la materia orgánica, según la metodología propuesta por Zucconi et al., (1981) que relaciona el porcentaje de germinación con la longitud de las raíces desarrolladas en un sustrato testigo y compost mediante la



siguiente expresión: (Tiquia, 2000. Varnero, Rojas & Orellana, 2007. Zucconi, Peram, Forte & De Bertolidi, 1981).

$$IG = \%G \times (Lm/Lc)$$

Dónde:

IG = índice de germinación

%G = porcentaje de germinación

Lm = longitud de raíces en compost

Lc = longitud de raíces en testigo, sin compost

Para este análisis las semillas se colocaron en una bandeja de 300 celdas con material compostado y con sustrato de turba estéril. Las bandejas fueron colocadas en condiciones controladas de humedad (70%HR promedio) y temperatura (25 °C promedio) bajo invernadero (anexo 13).

Se realizaron los conteos de germinación de acuerdo a las normas ISTA de 1985, según Bekendam y Grob (1985), las cuales, de acuerdo a la especie hortícola utilizada establecen a los cuantos días debe ser evaluado. También se realizó registro de longitud radical en cm de 20 raíces en compost y 20 raíces en turba estéril, para cada especie hortícola bajo un diseño completamente aleatorizado, ya que las condiciones experimentales fueron homogéneas (Anexo 14).

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante comparación de los datos promedios obtenidos durante el proceso de compostaje y en semillero analizando el valor de la desviación estándar, porcentaje de coeficiencia de varianza de cada promedio, intervalo de



confianza a 95% de la media, normalidad de datos, homogeneidad de varianza.

A la variable temperatura se realizó el análisis de varianza MANOVA. A las variables: pH, materia orgánica, humedad contenido de macro y microelementos, recuento total de bacterias y hongos, porcentaje de germinación de las semillas, índice de germinación % y longitud de raíz de las hortalizas, se les realizó el análisis de ANOVA, no se sometió a separación de medias por Duncan con un 5% de probabilidad de error por tener solo dos variables independientes en estudio, no así en la variable sustratos. La diversidad de hongos y bacterias en el proceso de compostaje se realizó un análisis comparativo mediante la tabla de frecuencias de variable cualitativo (Altamirano & Cabrera, 2006. Callejas, 2008. Méndez, 1987. Ruessac, 2003. Rojas & Zeledón, 2005).

Para realizar los cálculos estadísticos se utilizó la versión de prueba del software estadístico IBM SPSS Statistics 22.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PARÁMETROS DE COMPOST OBTENIDOS

Los análisis de las muestras de compost se realizaron en el Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas de AGROCALIDAD, Tumbaco - Quito y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 4.1. Resultado del análisis microbiológico a los 60 días y 120 días de establecidas en las aboneras con diferentes mezclas de materia orgánica. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

Trat.	Bacterias		Hongos	
	60 días	120 días	60 días	120 días
T 1	<i>Bacillus sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i>
T 2	<i>Basillus sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Bacillus sp.</i> <i>Xanthomonas sp.</i>	<i>Aspergillus ps.</i> <i>Penicillium sp.</i>	<i>Geotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>

Nota. Fuente: Agrocalidad, 2012. T1: Estiércol de Herbívoro con restos de comida. T2: Estiércol de Carnívoro con restos de bioterio.

Cuadro 4.2. Resultados del Laboratorio de Fitopatología de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de lechuga y brócoli. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

COLONIAS	SUSTRATO	UNIDAD		Des t. Est	C V %	I.C 95% media		K-S Sig	S-W Sig
		Med. UFC/g	Med. (Ln X) (UFC/g)			Límite inferior	Límite superior		
BACTERIAS	S1	8X10 ⁴	11,28	0,01	0,09	11,26	11,3	.	1,00
	S2	7X10 ³	8,85	0,01	0,11	8,83	8,87	.	1,00
	S3	4X10 ⁴	10,59	0,01	0,09	10,57	10,61	.	1,00
HONGOS	S1	1X10 ⁴	9,21	0,01	0,11	9,19	9,23	.	1,00
	S2	7X10 ³	8,85	0,01	0,11	8,83	8,87	.	1,00
	S3	4X10 ⁴	10,59	0,01	0,09	10,57	10,61	.	1,00

Nota. Fuente: Agrocalidad, 2013. S1: Sustrato de estiércol de herbívoro más restos de comida. S2: Sustrato de estiércol de carnívoro más restos de bioterio. S3: Sustrato a base de turba. MED: Media. DES EST: Desviación Estándar. CV%: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. I.C 95%: Intervalo de confianza a 95% de la media. K-S: Kolmogorov-Smirnova. S-W: Shapiro-Wilk. Med UFC/g: Media de formadores de colonias por gramo de muestra. Med. (LnX) (UFC/g): Logaritmo de Media de formadores de colonias por gramo de muestra.

Cuadro 4.3. Resultados de análisis químico de las dos aboneras con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

ELEMENTO	TRATAMIENTOS	Media	Des. Est	C V %	I C 95% media		K-S	S-W
					Límite inferior	Límite superior	Sig	Sig
Ph (potencial)	T1	8,39	0,02	0,24	8,34	8,44	.	1,00
	T2	7,72	0,03	0,45	7,63	7,81	.	0,00
Humedad Grav (%)	T1	106,55	7,29	6,84	88,44	124,67	.	0,41
	T2	35,89	2,17	6,05	30,50	41,29	.	0,85
Materia Orgánica (%)	T1	17,80	5,88	33,01	3,21	32,40	.	0,16
	T2	18,59	8,01	43,06	-1,30	38,48	.	0,20
Carbono (%)	T1	10,35	3,41	32,99	1,87	18,83	.	0,15
	T2	10,81	4,65	43,04	-0,75	22,37	.	0,20
Nitrógeno (%)	T1	0,89	0,29	33,00	0,16	1,61	.	0,16
	T2	0,93	0,40	43,05	-0,06	1,92	.	0,19
Fósforo (%)	T1	0,11	0,00	1,90	0,10	0,11	.	1,00
	T2	0,03	0,00	9,45	0,02	0,03	.	0,36
Potasio (%)	T1	0,09	0,02	26,63	0,03	0,14	.	0,00
	T2	0,23	0,17	73,91	-0,19	0,65	.	1,00
Calcio (%)	T1	0,60	0,01	0,97	0,58	0,61	.	0,00
	T2	0,74	0,07	9,74	0,56	0,92	.	0,54
Magnesio (%)	T1	0,47	0,05	9,75	0,36	0,58	.	0,64
	T2	0,41	0,08	19,71	0,21	0,62	.	0,24
Hierro (ppm)	T1	51,40	2,26	4,41	45,77	57,03	.	0,78
	T2	68,47	7,68	11,21	49,39	87,54	.	0,16
Manganeso (ppm)	T1	112,57	5,55	4,93	98,78	126,35	.	0,99
	T2	66,20	4,08	6,16	56,07	76,33	.	0,12
Cobre (ppm)	T1	6,36	1,46	23,04	2,72	10,00	.	0,33
	T2	4,38	0,39	8,80	3,42	5,33	.	0,93
Zinc (ppm)	T1	51,83	5,71	11,02	37,64	66,02	.	0,72
	T2	46,13	3,91	8,48	36,42	55,85	.	0,55

Nota. Fuente: Agrocalidad 2012 T1: Estiércol de Herbívoro con restos de comida (Tratamiento 1) .T2: Estiércol de Carnívoro con restos de bioterio (Tratamiento 2). MED: Media. DES EST: Desviación Estándar. CV%: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. Intervalo de confianza a 95% de la media. K-S: Kolmogorov-Smirnova. S-W: Shapiro-Wilk C: Carbono N: Nitrógeno P: Fósforo K: Potasio Ca: Calcio Mg: Magnesio Fe: Hierro. Mn: Manganeso. Cu: Cobre. Zn: Zinc.

4.2. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro 4.4 se puede apreciar los rangos normales establecidos para compost comercial de sus componentes de humedad, materia orgánica, materia inerte y pH (Altamira & Cabrera, 2006. Cegarra, 1994. Paul & Clark, 1996; citado por Meléndez, 2003. Giménez et al., 2005. Huddleston et al., 1990. Ortega et al., 1986. Salazar et al., 2003. O.M.S. 1985).

Cuadro 4.4. Característica de un compost comercialmente aceptable.

ELEMENTO	UNIDAD	RANGO OPTIMO	ELEMENTO	UNIDAD	RANGO OPTIMO
pH		6.5 - 8	Ca	%	1.5-7
M.O	%	25 - 50	Mg	%	0.49-1.06
N	%	1.5 > - 2>	Fe	ppm	<800 - <1500
P	%	0.15 - 1.5	Mn	ppm	<300 - <1200
K	%	0.5 - 1.8	Cu	ppm	<100 - <150
C	%	8 - 50	Zn	ppm	<200 - <400
C:N		< 20	Color	-----	Café-negro
Cenizas	%	10 - 20	Olor	-----	Tierra
Humedad	%	< 40	CICE	meq/100g	75-100

Nota. Fuente: Altamira & Cabrera, 2006. Cegarra, 1994. Paul & Clark, 1996; citado por Meléndez, 2003. Giménez et al., 2005). Huddleston et al., 1990. Ortega et al., 1986. Salazar et al., 2003. O.M.S. 1985.

En el cuadro 4.5 se puede observar los parámetros bajo, medio y alto de: materia orgánica, macro y microelementos del suelo para la Región Sierra (Agrocalidad, 2012).

La calidad microbiológica del compost se debe evaluar de forma similar a la del suelo. Un análisis estándar del contenido microbiológico del compost, se determina por la concentración de siete grupos funcionales de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, bacterias fijadoras de nitrógeno, pseudomonas, coliformes fecales y



salmonella) (Alvares, 2009. Bonilla & Mosquera, 2007. Estrada & Gómez, 2006).

Cuadro 4.5. Parámetros de interpretación de macro y micro elementos del suelo de Región Sierra.

ELEMENTO	UNIDAD	PARÁMETROS		
		BAJO	MEDIO	ALTO
MO	%	< 1.0	1 – 2.0	>2.0
C	%	< 0.58	0.58 – 1.29	> 1.29
N	%	0 – 0.15	0.16 – 0.3	> 0.31
P	%	0 - 0,001	0,001 – 0,002	>0,002
K	%	<0.01	0.01 – 0.02	>0.02
Ca	%	< 0,02	0,02– 0,06	>0,06
Mg	%	< 0.004	0.004 – 0.01	>0.01
Fe	ppm	0 – 20	21 - 40	>41
Mn	ppm	0 -5	5-15	>16
Cu	ppm	0 – 1	1.1 - 4	>4.1
Zn	ppm	0 – 3	3.1 - 6	>6.1

Nota. Fuente: Agrocalidad, (2012).

4.2.1. Tiempo

Según Thivierge & Seito (2005), la madurez del compost se alcanza cuando las temperaturas se estabilizan y se acercan a la temperatura ambiente lo que se logra en un período aproximado de 3 a 4 meses.

El tiempo transcurrido hasta que el compost esté listo dependerá de la época del año (más rápido en verano que en invierno), también de la consistencia de los restos vegetales (materiales más finos que han sido picados fermentan más rápido) y del sistema de preparación (Altamirano & Cabrera, 2006).



En esta investigación todos los tratamientos fueron procesados en el mismo período (mayo – agosto) razón por la cual el tiempo del proceso necesario fue de 4 meses (anexo 4).

4.2.2. Temperatura

El incremento de la temperatura en la compostera tiene dos efectos importantes: acelerar la descomposición del material a compostar y disminuir las poblaciones de los microorganismos patogénicos existentes (Navarro S & Navarro G, 2000. Òscar & López, 2010. Roman 2012. Thivierge & Seito 2005). Pero en esta investigación por situaciones climáticas (lluvia), ubicación (lugares muy fríos), cantidad (poco material) y el tipo de material (mucho aserrín); los valores de temperatura en los tratamientos, no superaron el rango de 55° C. (Restrepo & Rodríguez 2002).

En el presente estudio (cuadro 4.6), la primera toma de la temperatura se realizó a los siete días después de establecido (dde) observándose los valores entre 29,60°C y 18,73°C. La mayor temperatura fue obtenida en la abonera, en la que el estiércol de herbívoro era el componente diferente en la mezcla (T1); y en la mezcla con estiércol de carnívoro (T2) la de menor temperatura.

De la segunda semana a la cuarta semana (14 dde – 28dde) la mezcla con estiércol de herbívoro (T1) mantiene la mayor temperatura, con un máximo de (23,30°C) registrado en la segunda semana y la mínima (18,60°C) registrado en la cuarta semana. La mezcla de menor temperatura fue con estiércol de carnívoro (T2).

Desde la quinta a la séptima semana (35- 49 dde) la mezcla con estiércol de herbívoro (T1) y la mezcla con estiércol de carnívoro (T2) tienen casi la misma variación de temperatura.



Desde la octava a la décima sexta (56 – 112 dde) la mezcla con estiércol de carnívoro (T2) mantiene la mayor temperatura con un máximo de (19,67°C) registrado en la novena semana y la mínima (16,53°C) registrado en la última semana. La mezcla de menor temperatura fue la mezcla con estiércol de herbívoro (T1).

A partir de la evaluación realizada a los 21(dde) (figura 4.1.), los tratamientos comienzan a disminuir la temperatura. Esto es debido a que en los montones con diferentes mezclas iba disminuyendo el volumen de la abonera lográndose así una eficiencia en la descomposición de los materiales orgánicos.



Cuadro 4.6. Registro de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

SEMANA	TRATAMIENTO	Media	Des. Est	C V %	I C 95% media		K-S Sig	S-W Sig
					Límite inferior	Límite superior		
Temp/Sem1	T1	29,60	0,53	1,79	28,29	30,91	.	0,36
	T2	18,73	0,15	0,82	18,35	19,11	.	0,64
Temp/Sem2	T1	23,23	0,21	0,90	22,72	23,75	.	0,46
	T2	20,33	1,04	5,12	17,75	22,92	.	0,46
Temp/Sem3	T1	20,00	0,10	0,50	19,75	20,25	.	1,00
	T2	16,70	0,10	0,60	16,45	16,95	.	1,00
Temp/Sem4	T1	18,60	0,10	0,54	18,35	18,85	.	1,00
	T2	16,40	0,26	1,61	15,74	17,06	.	0,36
Temp/Sem5	T1	19,07	0,21	1,09	18,55	19,58	.	0,46
	T2	19,37	0,21	1,07	18,85	19,88	.	0,46
Temp/Sem6	T1	20,23	0,15	0,75	19,85	20,61	.	0,64
	T2	20,33	0,15	0,75	19,95	20,71	.	0,64
Temp/Sem7	T1	17,77	0,21	1,17	17,25	18,28	.	0,46
	T2	17,37	0,38	2,18	16,43	18,31	.	0,25
Temp/Sem8	T1	16,73	0,15	0,91	16,35	17,11	.	0,64
	T2	18,00	0,10	0,56	17,75	18,25	.	1,00
Temp/Sem9	T1	18,03	0,15	0,85	17,65	18,41	.	0,64
	T2	19,67	1,53	7,77	15,87	23,46	.	0,64
Temp/Sem10	T1	17,33	0,15	0,88	16,95	17,71	.	0,64
	T2	18,30	0,10	0,55	18,05	18,55	.	1,00
Temp/Sem11	T1	16,70	0,10	0,60	16,45	16,95	.	1,00
	T2	17,13	0,15	0,89	16,75	17,51	.	0,64
Temp/Sem12	T1	15,33	0,35	2,29	14,46	16,21	.	0,84
	T2	18,20	0,10	0,55	17,95	18,45	.	1,00
Temp/Sem13	T1	16,13	0,15	0,95	15,75	16,51	.	0,64
	T2	19,53	0,21	1,07	19,02	20,05	.	0,46
Temp/Sem14	T1	16,47	0,25	1,53	15,84	17,09	.	0,78
	T2	18,57	0,15	0,82	18,19	18,95	.	0,64
Temp/Sem15	T1	16,50	0,10	0,61	16,25	16,75	.	1,00
	T2	18,83	0,21	1,11	18,32	19,35	.	0,46
Temp/Sem16	T1	14,20	0,10	0,70	13,95	14,45	.	1,00
	T2	16,53	0,21	1,26	16,02	17,05	.	0,46

T1: Estiércol de Herbívoro con restos de comida (Tratamiento 1). Estiércol de Carnívoro con restos de bioterio (Tratamiento 2). MED: Media. DES EST: Desviación Estándar. CV%: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. I C 95%: Intervalo de confianza a 95% de la media. Temp/Sem: Registro de temperatura semanal. K-S: Kolmogorov-Smirnova. S-W: Shapiro-Wilk

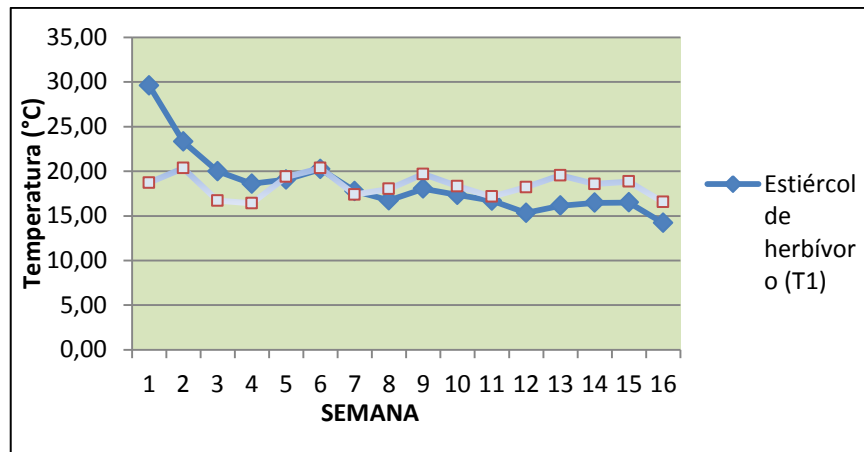


Figura 4.1.Comparación de los resultados de muestreos de temperatura realizados en las diferentes mezclas de material orgánica. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

Cada grupo de microorganismos tiene (requiere) una temperatura óptima para realizar su actividad: Criófilos de 5°C a 15 °C; Mesófilos de 16 °C a 45 °C o Termófilos de 46 °C a 70 °C. En este estudio las condiciones favorecieron al grupo de organismos Mesófilos, los que descompusieron la materia orgánica para obtener materia y energía (Restrepo & Rodríguez 2002).

La temperatura de las aboneras varía en dependencia de las condiciones ambientales y del volumen de la pila. En este ensayo las pilas eran pequeñas (1.0m x 0.80m x 0.50m largo, ancho y alto respectivamente) por haber poco material a compostar en el Bioparque Amaru; lo que incidió en que los dos tratamientos, no alcancen temperaturas superior a los 55°C. La temperatura más alta que alcanzó en este estudio es de 29.6°C, lo que indica que las pilas pasaron a través de etapas de calentamiento gradual (Mesófilos), enfriamiento y maduración y no pasaron por etapa de temperatura máxima (Termófilo) (Dalzell et al., 1991. Roman, 2012. Sorasua., et al. 2013).

Los datos registrado por PROMAS (2012) en la figura 3.1, muestran que en el mes de mayo la temperatura media fue de 14°C, para



los meses de junio y julio registró una temperatura baja con 13,5°C y 13,8°C respectivamente, pero para el mes de agosto hubo un aumento considerable de temperatura con relación al mes de mayo con 14,2°C. La precipitación tuvo un efecto descendente, registrando la más alta en el mes de mayo con 40mm, seguido por junio con 22,4mm, julio 16,8mm y la más baja en agosto con 12,6mm. Estos factores meteorológicos influyeron en la baja de temperatura mostrada por los diferentes tratamientos.

Los promedios de la variable no han variado considerablemente en los dos tratamientos, ya que sus desviaciones estándar son menores al 50% de la media concluyendo de esta manera que el cambio de temperatura es parecida dentro de cada tratamiento; cuando más pequeña es la desviación típica es mayor la concentración de datos alrededor de la media, y tienen una distribución normal (cuadro 4,6) y homogeneidad de varianza (anexo 8).

La variable temperatura según el MANOVA indica que hay diferencia significativa entre las diferentes mezclas y entre las diferentes fechas que se realizaron las tomas de datos (cuadro 4.7), esto demuestra que los diferentes materiales de origen vegetal y animal influyen en la temperatura de la abonera y que la temperatura será diferente según la edad de establecida de la abonera. No así para la semana 5, 6,7 y 9 que no es significativo.

El tratamiento que contenía la mezcla con estiércol de herbívoro obtuvo las más altas temperaturas en primeros 4 muestreos de los 16 realizados en total. Este factor pudo favorecer por la presencia de humedad y que permitió a una mayor actividad de microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) (Meléndez y Soto 2003).

La mezcla con estiércol de carnívoro desde el quinto muestreo hasta el final de muestreo obtuvo más altas temperaturas en relación a la mezcla con estiércol de herbívoro. Este factor pudo favorecer por la



presencia de celulosa y lignina que son fuente de carbono, que son transformados en azúcares y energía (desprende calor) y que origina un aumento de temperatura (Dalzell *et al*, 1991. Paz F, 2008).

Cuadro 4.7. Resultado de análisis de MANOVA de temperaturas obtenidas en los dos tratamientos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.

Origen	F	Sig.
TRATAMIENTO	TS1	1167,868
	TS2	22,393
	TS3	1633,5
	TS4	181,5
	TS5	3,115
	TS6	0,643
	TS7	2,571
	TS8	144,4
	TS9	3,396
	TS10	84,1
	TS11	16,9
	TS12	184,9
	TS13	520,2
	TS14	152,654
	TS15	306,25
	TS16	306,25

F: Valor de F tabular al 0.05%. Sig: Nivel de Significancia al 0.05%. TS: Temperatura semana

Fuente: Isaias CI

La relación temperatura – tiempo es el factor más significativo de la causa de la muerte de los patógenos, por encima de un cierto nivel de temperatura, una temperatura más alta por un período corto de tiempo o una temperatura más baja por un período más largo puede tener el mismo efecto en contra de la supervivencia de los organismos patógenos. Esto se confirma en el presente estudio, al encontrar temperaturas entre 14,2°C y 29.6°C. por un tiempo prolongado, que asegura también la disminución de microorganismos patógenos del producto obtenido (Dalzell *et al.*, 1991).

4.2.3. Humedad

Según Dalzell., *et al* (1991), se debe asegurar un contenido de humedad adecuado en todo momento mojando las mezclas al inicio y

cuando sea conveniente durante el proceso, protegiendo la pila de la luz solar directa, cubriéndola con plástico negro para evitar que los rayos solares afecten a los microorganismos y para evitar la deshidratación de la pila o la sobre hidratación por agua de lluvia. Esta recomendación no fue tomada en este experimento, ya que los silos estaban ubicados en un lugar adecuado, donde se alternaban con horas de sol y con horas de sombra y además las lluvias eran esporádicas.

El porcentaje de humedad al final del proceso de compostaje es muy variable ya que depende del tipo del material a compostar es así por ejemplo para la paja de cereales está entre 75 y 85%, para astillas de madera entre 75 y 90% y para residuos sólidos urbano (RSU) entre 50 y 55%, hojarascas entre 25 y 55% (Haug, 1993. Vansintjan & Vega, 1992). Esto se confirma en el presente estudio ya que la humedad varió de 23.91% a 106.55% (Agrocalidad, 2012).

Según el análisis químico realizado en el laboratorio de suelos, Foliares y aguas de AGROCALIDAD indican, que el mayor porcentaje de humedad fue obtenido por el T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) con 106.55%, seguido del tratamiento T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio) con 35.89% (figura 4.2.).

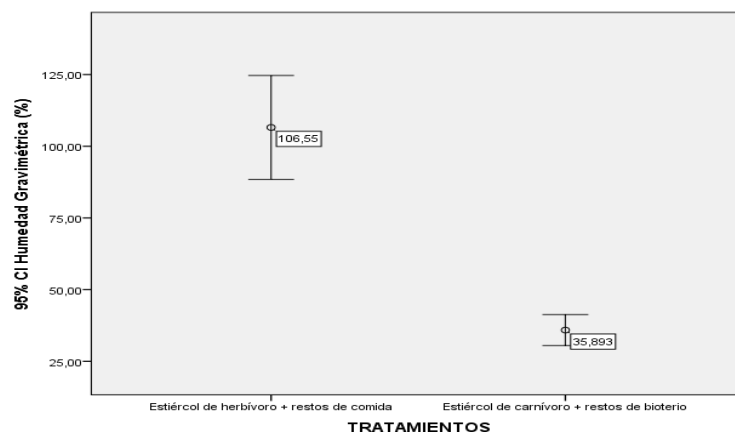


Figura 4.2. Comparación del contenido de la humedad de los tratamientos con diferente material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.



Esto indica que el estiércol de herbívoro (T1), tiene gran capacidad de absorción y retención de humedad; esta característica favorece a mayor actividad microbiana, ayuda en el aumento de la temperatura, lo que permite la higienización del sustrato y mayor ahorro de agua en el proceso del compostaje (cuadro 4.3).

La variable humedad tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo de esta manera que el cambio de humedad es parecida dentro de cada tratamiento, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,3) y homogeneidad de varianza (anexo 11).

La variable humedad según ANOVA indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 4.8).

4.2.4. pH.

Según Cooperband (2012), la mayor actividad bacteriana se produce a pH 6-8. Algunas materias primas pueden aumentar el pH (residuos del procesado de papel, polvo de cemento, cenizas), y otros disminuirlo (residuos de comida). Cuando el pH es >8 promueve la pérdida de amonio gaseoso. La producción de ácidos orgánicos y las condiciones anaeróbicas pueden producir $\text{pH} < 4.5$, limitando la actividad microbiana.

Según Thobanoglous et al., (1994), el pH, al igual que la temperatura, varía con el tiempo durante el proceso de compostaje debido a su acción sobre los microorganismos, por lo que se convierte en una medida de vital importancia para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos.

Según Labrador (2001), en general los hongos toleran un margen de pH ligeramente ácido (entre 5-8), debido a que los productos iniciales

de la descomposición son ácidos orgánicos. Al cabo de unos días, el pH se vuelve ligeramente alcalino debido a la liberación de amoníaco durante la transformación de las proteínas por parte de las bacterias, las cuales prefieren un medio casi neutro (pH = 6-7.5).

En el presente estudio (figura 4.3.) se indica que los rangos de pH variaron de 7.2 a 8.4. El pH más alto fue obtenido por el T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) con 8.4, seguido del tratamiento T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio) con 7.7, esto indica que estiércol de herbívoro tiene pH más alcalino.

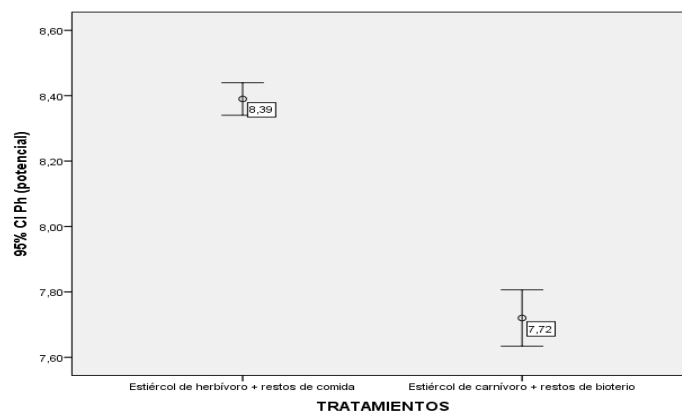


Figura 4.3. Comparación del contenido de pH de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

Los resultados obtenidos de pH T1 8,4 (se encuentra entre 8,34 y 8,44 con una confianza 95%) y T2 7,7 (se encuentra entre 7,63 y 7,81 con una confianza 95%), comparando con los parámetros del cuadro 4.4, de un compost para ser comercializado están dentro del rango normal (6-9). Esta característica de pH presentada en los tratamientos favorece a una mayor actividad microbiana y por ende el compost ya está maduro.

Según Navarro S & Navarro G (2000), el bloqueo de elementos se produce cuando el pH es muy ácido o muy alcalino debido a sus características físico-químico que transforman en inasimilables a pasar formar parte de un compuesto insoluble. Los minerales: Fe, Mn y Cu, en



pH básico (> 7) se precipitan fácilmente originando hidróxidos insolubles.

La variable pH tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo de esta manera que el cambio de pH es parecida dentro de cada tratamiento, y también tiene una distribución aproximadamente normal (cuadro 4,3) y homogeneidad de varianza (anexo 11).

La variable pH según ANOVA indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 4.8).

4.2.5. Materia Orgánica

Durante el compostaje se produce la degradación de la materia orgánica, produciendo la mineralización parcial de compuestos orgánicos complejos, que se transforman en agua CO_2 y sustancias húmicas. Como se puede entender la pérdida de materia orgánica es un indicador del grado de mineralización alcanzado durante el proceso de compostaje. Se puede decir que la tasa de degradación fue aceptable en todos los tratamientos estudiados (Cereijo et al., s.f.).

El mayor porcentaje obtenido de materia orgánica en este estudio fue en la mezcla estiércol de carnívoro (T2) con 18.59%, en segundo lugar fue en la mezcla de estiércol de herbívoro (T1) con 17.80%(figura 4.4.).

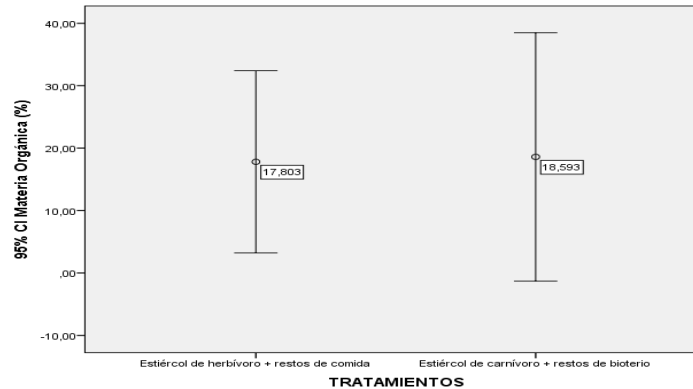


Figura 4.4. Comparación del contenido de materia orgánica de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

. Los resultados obtenidos de materia orgánica (MO) en el T1 17,80% (se encuentra entre 3,21% y 32,4% con una confianza 95%) y T2 18,59% (se encuentra entre -1,3%, y 38,48% con una confianza 95%), no están dentro de los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), pero comparando con los parámetros del suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

La variable materia orgánica tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo de esta manera que la variación de contenido de MO es parecida dentro de cada tratamiento, y también tiene una distribución aproximadamente normal (cuadro 4,3) y homogeneidad de varianza (anexo 11).

La variable materia orgánica según ANOVA indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 4.8).

4.3. COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS DE LOS TRATAMIENTOS

La importancia del compost como materia orgánica, está dada por la formación de humus que se considera esencial para el mejoramiento de



las propiedades de los suelos, siendo estos beneficiados en las labores de maquinaria, aireación de las raíces, solubilidad de elementos, el aumento de la capacidad de intercambio catiónico y el aporte de macro y micro-nutrientes, son factores que se combinan para obtener mayores rendimientos de los cultivos y mantener la fertilidad de los suelos (Caballero, 2010).

Según Rivera (2007), para un buen funcionamiento de las plantas debe estar disponibles tanto macro nutrientes y micronutrientes, si por defecto de lixiviación, desbalance entre elementos o pH se presenta una deficiencia, la planta presenta mal funcionamiento por ende propenso a enfermedades.

4.3.1. Contenido de macronutrientes (C, N, P, K Ca y Mg).

Al considerar el compost como un abono es importante mencionar que la disponibilidad de nutrimentos (capacidad de ofrecer nutrimentos en forma asimilable para las plantas), va a variar mucho con el tipo de compost, dependiendo de la materia prima utilizada y el grado de madurez del producto final (Meléndez & Soto, 2003).

La desviaciones estándar C, N, P, K Ca y Mg es menor al 50% de la media, que indica que las variaciones en este tratamientos no es significativo, excepto en el C y K de Tratamiento 2, y también tiene una distribución aproximadamente normal (cuadro 4,3) y homogeneidad de varianza (anexo 11).



Cuadro 4.8. Resultados del análisis de varianza ANOVA de los contenidos de pH, Humedad, Materia Orgánica, macro (N, P, K, Ca, C y Mg) y microelementos (Fe, Cu, Mn y Zn)

ELEMENTOS	F	Sig.
pH (potencial)	841,69	0,00
Humedad Gravimétrica (%)	258,66	0,00
Materia Orgánica (%)	0,02	0,90
Carbono (%)	0,02	0,90
Nitrógeno (%)	0,02	0,89
Fósforo (%)	1617,00	0,00
Potasio (%)	2,09	0,22
Calcio (%)	11,78	0,03
Magnesio (%)	1,10	0,35
Hierro (ppm)	13,64	0,02
Manganeso (ppm)	135,97	0,00
Cobre (ppm)	5,13	0,09
Zinc (ppm)	2,03	0,23

F: Valor de F tabular al 0.05%. Sig: Nivel de Significancia al 0.05%.

Fuente: Isaias Cl.

Al realizar análisis de ANOVA a los macro nutrientes se encontraron diferencias significativas en los elementos químicos (P y Ca) y en el elemento C, N, K y Mg, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (cuadro 4.8).

No se realiza la prueba de Duncan por tener solo dos tratamientos en estudios.

a. Carbono

Los resultados obtenidos de carbono (C) del T1 10,35% (se encuentra entre 1,87% y 18,83% con una confianza 95%) y en el T2 10,81% (se encuentra entre -0,75% y 22,37% con una confianza 95%), si cumple con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4) y comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

Los rangos obtenidos de carbono (figura 4.5.) en la mezcla de estiércol de herbívoro (T1) con 10.35%, en la mezcla con estiércol de carnívoro (T2) con 10.81%.

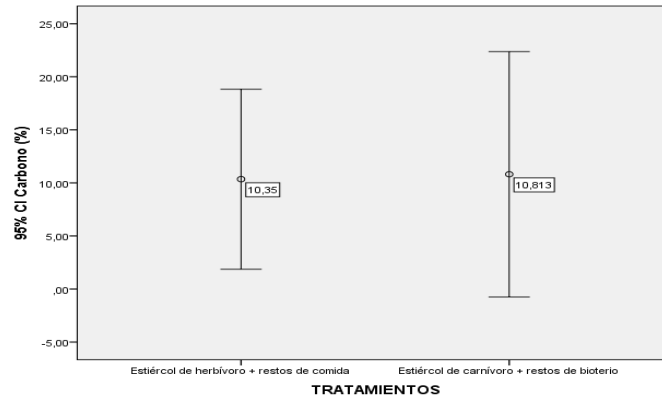


Figura 4.5. Comparación del contenido de carbono de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

El nivel alto de carbono se debe a que; en las mezclas había mayor cantidad de componentes orgánicos como aserrín, cáscaras de cítricos y fibras que contenían más carbono, que es la fuente primaria que proporciona energía, es por ello que es considerado como enmiendas orgánicas y además la cantidad de carbono no es constante en un proceso de compostaje pues varía bastante con el tiempo, en especial si no ha sufrido un buen periodo de madurez (Costa et al., 1991. Gómez 2000). A medida que avanza un proceso de compostaje, el porcentaje de carbono disminuye, puesto que la mineralización conlleva a la desaparición de las formas más lábiles de éste (Costa et al., 1991. Luque, 1997).

Se concluye que la mezcla de estiércol de carnívoro con restos de bioterio (T2) son los que aportaron más carbono que los otros materiales. El porcentaje de diferencias entre los tratamientos es de 0,46% (Soto, 2003. Stoffell & Kahn 2005).



b. Nitrógeno

Los resultados obtenidos del nitrógeno (N) en el T1 0,89 % (se encuentra entre 0,16% y 1,61% con una confianza 95%) y en el T2 0,93% (se encuentra entre -0,06 % y 1,92% con una confianza 95%), no cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), pero comparando con los parámetros del suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

La mezcla de estiércol de carnívoro con restos de bioterio (T2) son los que aportaron más nitrógeno que los otros materiales (figura 4.6). El porcentaje de diferencias entre los tratamiento es de 0,04%.

La mayor o menor cantidad de nitrógeno es el factor que determina una mayor o menor población microbiana responsables en la descomposición de residuos. El exceso de nitrógeno produce olores desagradables, que es indicativo de que el proceso de descomposición de la materia orgánica tiene problema (García & Monge, 1999. Meléndez & Soto, 2003. Universidad Estatal a Distancia [UNED], 1998). Los bajos niveles de nitrógeno en el compost, ocasiona disminución de microorganismos; como consecuencia hay retraso en el proceso de descomposición y es una de las principales limitantes para los productores. (Soto, 2003). La deficiencia de nitrógeno en la agricultura, ocasiona menor crecimiento de las plantas y amarillamiento, y el exceso permite desarrollo foliáceo y menor raíz fruto y tarda en madurar (Navarro S & Navarro G, 2000). Lo encontrado en este estudio permite concluir que los materiales orgánicos que se utilizaron, si aportan nitrógeno moderadamente.

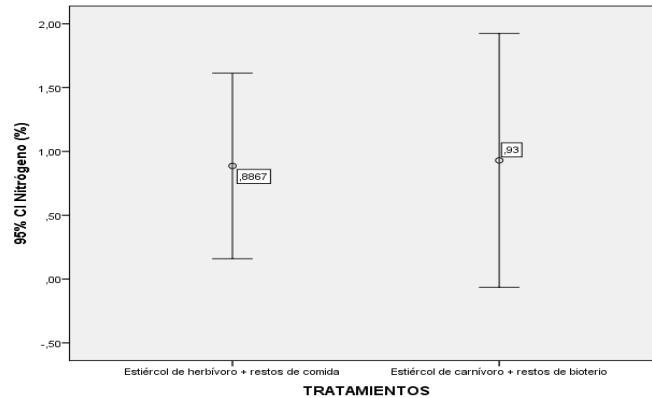


Figura 4.6. Comparación del contenido de nitrógeno de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

c. Fosforo.

Los resultados obtenidos del fosforo (P) en el T1 0,11% (se encuentra entre 0,1% y 0,11% con una confianza 95%) y en el T2 0,03% (se encuentra entre 0,02% y 0,03% con una confianza 95%), no cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), pero comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre los tratamientos es de 0,08%. (figura 4.7).

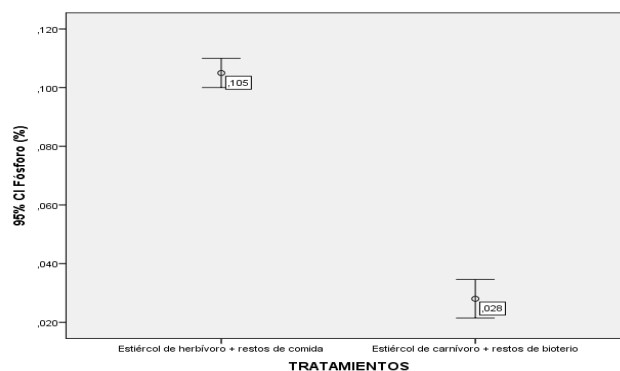


Figura 4.7. Comparación del contenido de fosforo de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

d. Potasio

Los resultados obtenidos del potasio (K) en el T1 0,08% (se encuentra entre 0,03% y 0,14% con una confianza 95%) y en el T2 0,23% (se encuentra entre -0,19% y 0,65% con una confianza 95%), no cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), pero comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre los tratamientos es de 0,65% (figura 4.8).



Figura 4.8. Comparación del contenido de potasio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

e. Calcio

Los resultados obtenidos del calcio (Ca) en el T1 0,60% (se encuentra entre 0,58% y 0,61% con una confianza 95%) y en el T2 0,74% (se encuentra entre 0,56% y 0,92% con una confianza 95%), no cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), pero comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre los tratamientos es de 0,14% (figura 4.9)

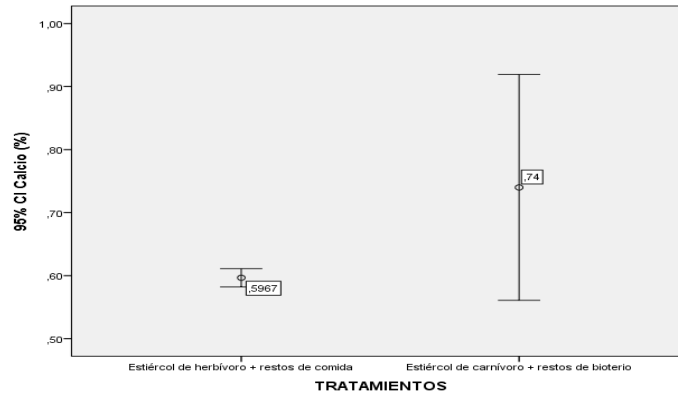


Figura 4.9. Comparación del contenido de calcio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

f. Magnesio

Los resultados obtenidos del magnesio (Mg) en el T1 0,47% (se encuentra entre 0,36% y 0,58% con una confianza 95%) y en el T2 0,41% (se encuentra entre 0,21% y 0,62% con una confianza 95%), no cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4) y comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre los tratamientos es de 0,06% (figura 4.10).

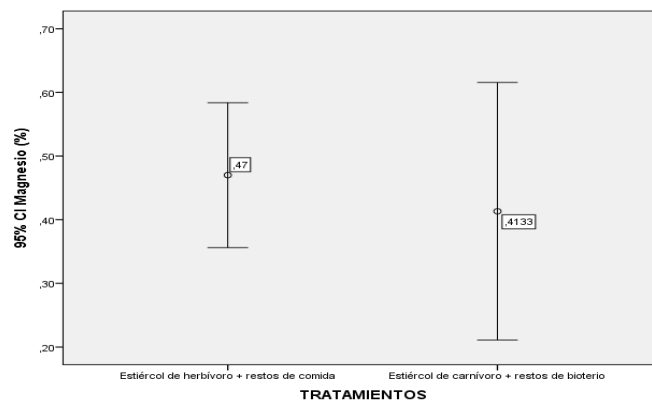


Figura 4.10. Comparación del contenido de magnesio de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.



4.3.2. Relación carbono – nitrógeno (C/ N)

Según Castillo *et al* (2002), es necesario para que ocurra un proceso adecuado de compostaje, un balance entre los materiales con una concentración de carbono (residuos de color marrón), empleados para generar energía, y materiales con una concentración alta de nitrógeno (residuos de color verde) que son necesarios para el crecimiento y la reproducción.

Según Thivierge & Seito (2005), un factor muy determinante en la calidad del compost es la velocidad de descomposición del mismo y ésta a su vez depende de la proporción existente de carbono/nitrógeno (C/N) del material ya que está.

Se considera la relación C/N baja, cuando el carbono está muy bajo en su composición o puede ser por una excesiva mineralización del material de partida, lo que aumenta la pérdida de N en forma de amonio gaseoso (ej., residuos animales), razón por la cual en la fase de fermentación los valores bajan hasta 12-18 % por la pérdida de carbono como bióxido de carbono. Si el material final obtenido tras, la fermentación tiene un valor alto de relación C/N indica que no ha sufrido una descomposición completa, también el proceso de compostaje es más lento (ej., material leñoso) (Alexander, 1999. Castillo *et al.*, 2002. Ambientum 2010. Cooperband 2012. Vansintjan & Vega 2002).

Los resultados obtenidos de la relación C/N en el T1 (11.63/1) y en el T2 (11.62/1), cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4),

La mezcla que contenía estiércol de herbívoro + restos de comida, tiene un valor de la relación C/N con 11.63/1, seguida por la mezcla conteniendo estiércol de carnívoro + restos de bioterio con 11.62/1 (figura 4.11).

Se concluye que la mezcla que contiene estiércol de herbívoro + restos de comida tiene una relación más alta en comparación con otros tratamientos.

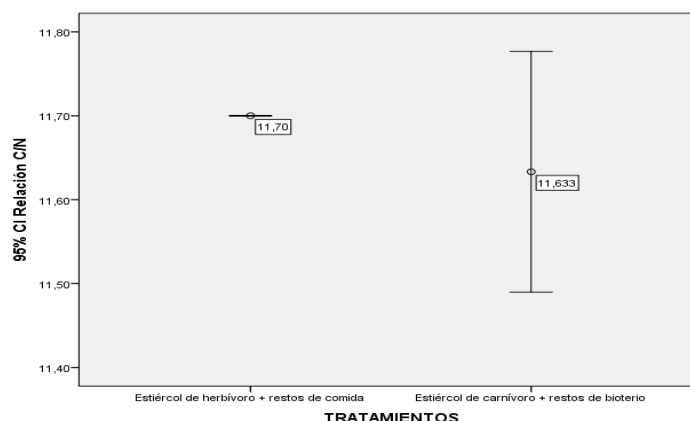


Figura 4.11. Comparación de relación C/N de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

4.3.3. Contenido de micro nutrientes

En general más de media docena de elementos menores son esenciales para el desarrollo normal de las plantas. Aunque la cantidad de micro nutrientes encontrados en las plantas en cultivos es pequeña, todos ellos se encuentran presentes en cantidades adecuadas en el suelo para que la planta tenga un crecimiento y rendimientos óptimos (García, 2001).

En el cuadro 4.2, la desviación estándar de los micronutrientes es menor al 50% de la media, lo que indica que las variaciones en cada uno de los tratamientos no son significativas, es decir que los datos se acercan a la media, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,3) y homogeneidad de varianza (anexo 11).

Al realizar análisis de ANOVA al micro nutrientes se encontraron diferencias significativas en los elementos químicos (Fe, Mg y Cu) y en el

elemento Zn no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (cuadro 4.8).

No se realiza la prueba de Duncan por tener solo dos tratamientos en estudios.

a. Hierro

Los resultados obtenidos del hierro (Fe) en el T1 51,4ppm (se encuentra entre 45,77ppm y 57,06ppm con una confianza 95%) y en el T2 68,47ppm (se encuentra entre 49,39ppm y 87,54ppm con una confianza 95%) cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), y también comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre tratamientos es de 17,07ppm. La mezcla con estiércol de carnívoro (T2) tiene el valor mayor con respecto a hierro (figura 4.12).

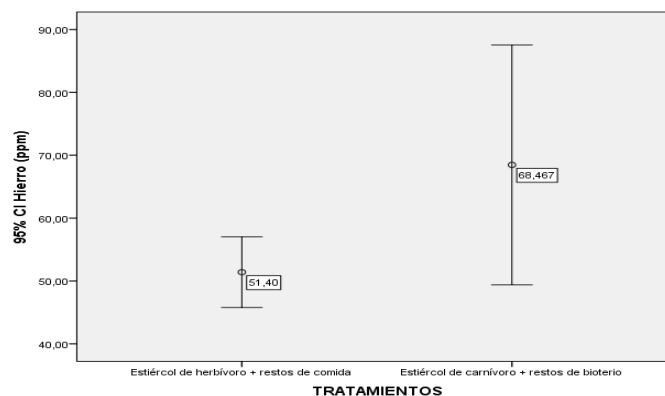


Figura 4.12. Comparación del contenido de hierro de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

b. Manganese

Los resultados obtenidos del manganeso (Mn) en el T1 112,6ppm (se encuentra entre 98,78ppm y 126,35ppm con una confianza 95%) y en el T2 66,2ppm (se encuentra entre 56,07ppm y 76,33ppm con una

confianza 95%), cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), y comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre tratamientos es de 46,4ppm. La mezcla con estiércol de carnívoro (T2) tiene el valor mayor con respecto a manganeso (figura 4.13).



Figura 4.13. Comparación del contenido de manganeso de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

c. Cobre

Los resultados obtenidos del cobre (Cu) en el T1 6,36ppm (se encuentra entre 2,72ppm y 10ppm con una confianza 95%) y en el T2 4,65ppm (se encuentra entre 3,42ppm y 5,32ppm con una confianza 95%), cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), y comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre los tratamientos es de 1,71ppm. Con relación a cobre (Cu), la mezcla con estiércol de herbívoro (T1) tiene el mayor valor encontrado (6.36 ppm) (figura 4.14).

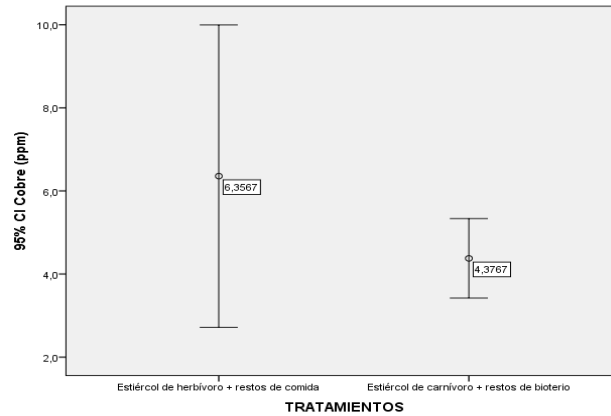


Figura 4.14. Comparación del contenido de cobre de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

d. Zinc

Los resultados obtenidos del zinc (Zn) en el T1 41,34ppm (se encuentra entre 37,64ppm y 66,02ppm con una confianza 95%) y en el T2 46,13ppm (se encuentra entre 36,42ppm y 55,85ppm con una confianza 95%), cumplen con los parámetros de un compost para ser comercializado (cuadro 4.4), y comparando con los parámetros de suelo tiene un nivel alto (cuadro 4.5).

El porcentaje de diferencia entre tratamientos es de 4,79ppm. La mayor cantidad de ppm de zinc fue encontrada en la mezcla con estiércol de carnívoro (T2) (figura 4.15).

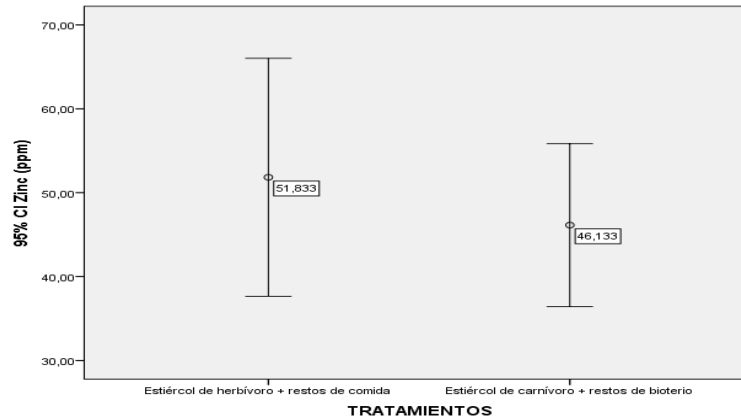


Figura 4.15. Comparación del contenido de zinc de las diferentes mezclas de material orgánico. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

Según Meléndez & Soto (2003), al conocer cuánto de los nutrientes son retenidos en el compost sirve como un estimativo de su efecto residual.

También mencionan Meléndez & Soto (2003), que no existe a la fecha un análisis único que mida la calidad del compost, pero esto puede ser por las características mismas del compost, donde no solo se busca un material que libere nutrientes en cantidades adecuadas, que mejore las estructuras del suelo, controle enfermedades, retenga agua, aumente la capacidad de intercambio catiónico, etc. Un simple análisis de localización del compost no nos daría todas estas respuestas, es necesario que se utilicen unas mezclas de análisis.

4.4. DIVERSIDAD DE HONGOS Y BACTERIAS EN EL PROCESO DEL COMPOSTAJE.

El compostaje es un proceso microbiano constantemente cambiante producido por las actividades de una sucesión de varios grupos de microorganismos, cada uno de los cuales es apropiado para un medio y de duración relativamente limitado (Dalzell et al., 1991. Godoy, 2002).



Los organismos patógenos causantes de enfermedades pueden pertenecer a cualquiera de los principales tipos de microorganismos, bacterias, actinomicetos, hongos y protozoos. La mayor parte de estos organismos patógenos prefieren temperaturas por debajo de los 42 °C, ya que normalmente viven a la temperatura corporal del ser humano y animales o a temperatura ambiente de las plantas. La mayor parte morirán si se exponen durante un tiempo a condiciones más severas que las de su ambiente habitual (Dalzell et al., 1991).

El compost también aporta a la tierra un número importante de bacterias, pero es sobre todo gracias a su riqueza en materia orgánica que favorece a las especies microbianas del mismo suelo (UNED, 1998).

Los organismos presentes durante el proceso de compostaje varían dependiendo de los sustratos y las condiciones del proceso. Las bacterias y hongos se encargan de la fase mesófila, especialmente bacterias del género *Bacillus sp*, aunque existen algunos Bacillos termófilos. El 10% de la descomposición es realizado por bacterias, del 10-30% es realizado por actinomicetos (Meléndez & Soto, 2003).

A los 60 días después de establecidas las composteras se encontró bacterias del genero *Bacillus sp* y *Pseudomona sp* en todos los tratamientos (T1 y T2) esto muestra que el compost se encontraba en la fase mesofílica y que el proceso de descomposición se estaba realizando correctamente debido a la presencia de estos microorganismos (cuadro 4.1). Entre los *Bacillus* existen muchas especies que son promotoras de crecimiento de la planta y otras son antagonistas de muchos patógenos fungosos (Brock et al., 1987).

A los 120 días de establecidas las aboneras la bacteria *Pseudomona sp* y *Basillus sp* se encontró en todos los tratamientos. Las bacterias del género *Pseudomona* son organismos ecológicos importantes en la tierra y en el agua y es probable que sean responsables de la degradación de muchos compuestos solubles derivados de la



descomposición de materiales de plantas y animales; algunas especies de *Pseudomonas* pueden actuar como biofertilizante y ayudar de forma directa a la planta a tomar nutrientes (Brock et al., 1987). También aparecieron nuevas bacterias del genero *Xanthomonas sp* en el tratamiento (T2) lo que indica que hubo vida microbiana y una buena acción de los microorganismos, y que incidió positivamente a obtener un producto de calidad con relación a la vida microbiana (Brock et al., 1987).

Todo esto indica que hubo una fuerte población de microorganismos benéficos para que se diera una buena descomposición de las diferentes mezclas orgánicas. Es importante también señalar que se encontraron poblaciones de macroorganismos que ayudan a la descomposición de los materiales orgánicos. Antes de ser víctimas de los microbios del suelo, los restos vegetales y animales son atacados, descompuestos y digeridos por animales más evolucionados y visibles a simple vista que pertenecen a los grupos de artrópodos (insectos, arañas, crustáceos y miriápodos) y al grupo de los anélidos, entre ellos los gusanos de tierra (Castillo et al., 2002).

Los hongos son muy importantes en la descomposición de la celulosa que es una de las partes más resistentes de la materia orgánica y que puede constituir hasta el 60% de la masa total. Dentro de las masas en compostaje se deben crear condiciones que favorezcan las actividades de estos hongos. La temperatura es un factor clave, dado que los hongos se morirán cuando ésta se eleve por encima de 55- 60°C y reinadirán desde las zonas más frías cuando las temperaturas bajen (Dalzell et al., 1991).

A los 60 días de establecidas las composteras se encontró hongos como: el *Aspergillus sp*, encontrado en todos los tratamientos: estiércol de herbívoro, estiércol de carnívoro (T1, T2, respectivamente); la presencia de *Aspergillus* se debe al aumento de sus propágulos por las altas temperaturas pero en este estudio en temperatura baja también hay



presencia de estos microorganismos. También se encontró poblaciones del género *Penicillium* en el tratamiento (T2) En esta etapa las temperaturas están relativamente altas y la diversidad de los hongos es menor que la encontrada a los 120 días después de haber establecidas las aboneras. El hongo *Penicillium* es termo tolerante y son antagonistas, con potencial uso en el control biológico. Solo el tratamiento T1 (estiércol de herbívoro) tiene la presencia de *Fusarium sp* que es patógeno (Sing & Frisvad, 1991).

A los 120 días de establecidos las composteras se encontró hongos como: el *Fusarium sp.* que fue encontrado en todo los tratamientos, el *Aspergillus sp* fue encontrado en el tratamientos (T1), también se encontró presencia del genero *Penicillun sp* y *Geotrichum sp.* en el tratamiento T2. En este período en cada uno de los tratamientos se encontró mayor presencia de diversas especies de hongos. En este estudio no se encontró la presencia de las *Trichodermas sp*; que es importante, porque son antagonistas y se utilizan en el control biológico de hongos patógenos de plantas (cuadro 4.1) (Brock et al., 1987).

A medida que el material compostado se enfría desde su máxima temperatura, se vuelve disponible para un amplio rango de animales pequeños del suelo, la macro fauna. Estos se alimentan de otros animales, desechos animales y los restos de la materia orgánica. Prefieren condiciones bien aireadas, humedad adecuada y temperatura en el rango de 30 – 40°C. La macro fauna del suelo contribuye importantemente al compostaje mediante el ataque físico de la materia orgánica, desmenuzándola en pequeños trozos que son descompuestos con más facilidad por los microorganismos (Dalzell et al., 1991).

Al lograrse una disminución de la temperatura se inicia de nuevo la actividad de hongos y bacterias en el material en descomposición. Debido a esto se pudo notar la presencia de nuevas bacterias y hongos (cuadro 4.1).

Se concluye que la presencia de bacterias y hongos estuvo durante todo el proceso de descomposición, siendo menor la diversidad de especies de los hongos y bacterias encontrados por tratamiento a los 60 días que a los 120 días. Entre las bacterias más encontradas están las del género *Bacillus* y *Pseudomonas*; entre los hongos fueron los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* (figura 4.16)

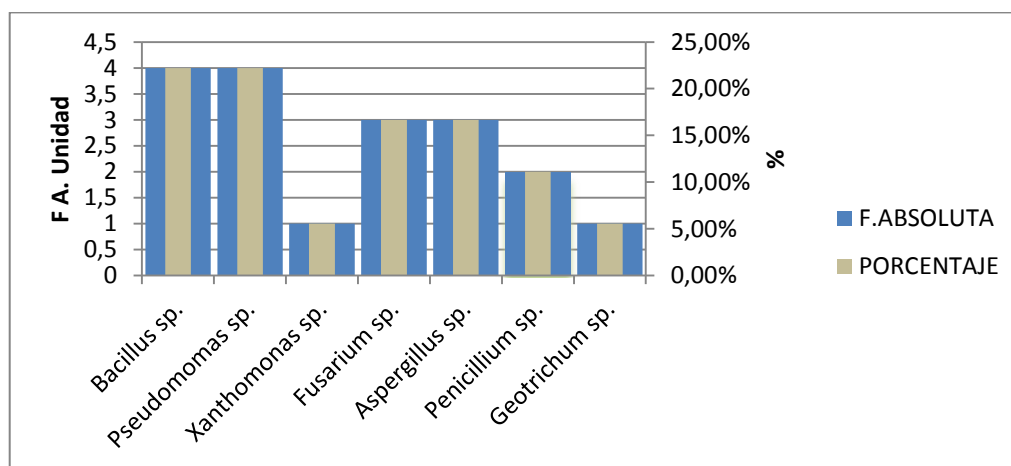


Figura 4,16. Organismos totales presentes durante el proceso de compostaje en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

4.5. EVALUACIÓN BIOLÓGICA

Es una prueba utilizada para evaluar la estabilidad y madurez del abono compostado. Puede evaluarse a través de la germinación de semilla, elongación de raíces o el crecimiento de plantas en compost solos o en mezclas con el suelo (Varnero et al., 2006).

La determinación del índice de germinación indica la presencia de sustancias fitotóxicas y se considera internacionalmente como uno de los ensayos para determinar la madurez de un compost (Varnero et al., 2006).

Los porcentajes de germinación de la semilla de la lechuga (*Lactuca sativa*) obtenidos oscilan entre 99% y 90% a los siete días de la siembra (figura 4.17). El sustrato con la mezcla con turba al (60%) en la



evaluación realizada refleja el mayor porcentaje de germinación con 99%, le sigue la mezcla con estiércol de carnívoro al (40%) con 98 por ciento de germinación y el menor porcentaje de germinación lo obtiene la mezcla estiércol de herbívoro al (60%) y la mezcla con estiércol de carnívoro (60%) ambos con 90 por ciento de germinación.

Los porcentajes de germinación de la semilla del brócoli (*Brassica oleracea*) obtenidos oscilan entre 98% y 90% a los siete días de la siembra (figura 4.17). El sustrato con la mezcla con estiércol de carnívoro (60%) en la evaluación realizada refleja el mayor porcentaje de germinación con 98%, le sigue la mezcla con estiércol de herbívoro (60%) y la mezcla con estiércol de carnívoro (40%) ambos con 95 por ciento de germinación y el menor porcentaje de germinación lo obtiene la mezcla con turba (60%) con 90 por ciento de germinación.

Se observó que el sustrato con turba al 60% y la mezcla con estiércol de carnívoro (60%) mantenía la humedad (35% de humedad aproximadamente) después de aplicado el riego por mayor tiempo que los otros sustratos, lo que permitió abastecer de agua a la semilla y obtener mayor germinación en comparación con las otras mezclas. Los resultados obtenidos por el resto de los tratamientos fueron excelentes ya que en todos se obtuvieron porcentajes de germinación mayores del 90%, ya que los porcentajes de germinación superiores al 80% se consideran satisfactorios e indican la ausencia de agentes tóxicos para la germinación de la semilla (Rivero de Trinca, 1999).

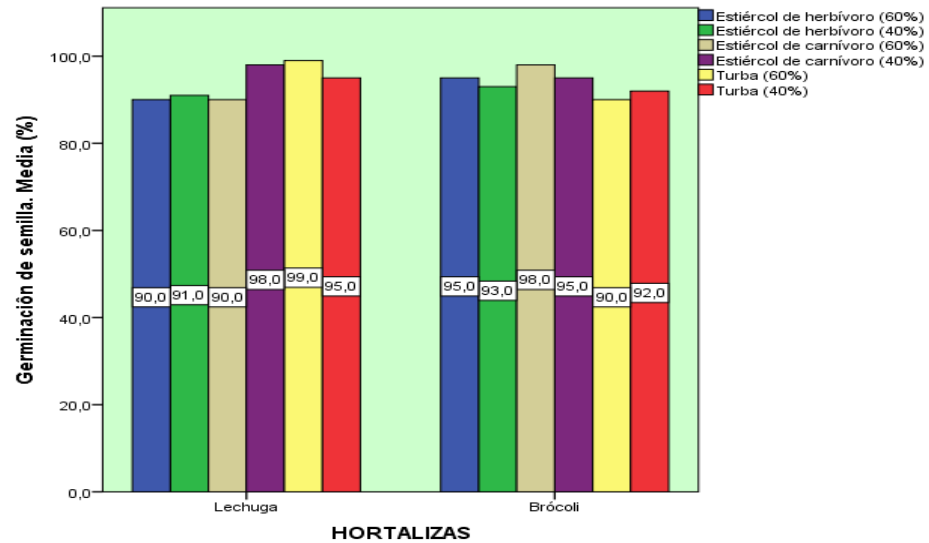


Figura 4.17. Porcentaje de germinación de las semillas de la lechuga (*Lactuca sativa*) y de brócoli (*Brassica oleracea*) establecida con tres sustratos abono compost. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

La variable porcentaje de germinación tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo que la variación de porcentaje es parecida dentro de cada sustrato, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,9) y homogeneidad de varianza (anexo 15).

Al realizar análisis de ANOVA al porcentaje de germinación se encontraron diferencias significativas en los Estiércol de herbívoro (60%), Estiércol de carnívoro (60%), Turba (60%), y en los Estiércol de herbívoro (40%), Estiércol de carnívoro (40%), Turba (40%) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los sustratos (anexo 16).

CUADRO 4.9. Porcentaje de germinación de las hortalizas en sustrato a los 7 días de establecida el semillero. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	HORTALIZAS	P.G.MEDIA	Des. Est	C V %	I C 95%		K-S Sig.	S-W Sig.
					Límite inferior	Límite superior		
Estiércol de herbívoro (60%)	Lechuga	90,00	1,00	0,01	87,52	92,48		1,00
	Brócoli	95,00	1,00	0,01	92,52	97,48		1,00
Estiércol de herbívoro (40%)	Lechuga	91,00	2,00	0,02	86,03	95,97		1,00
	Brócoli	93,00	1,00	0,01	90,52	95,48		1,00
Estiércol de carnívoro (60%)	Lechuga	90,00	2,00	0,02	85,03	94,97		1,00
	Brócoli	98,00	1,00	0,01	95,52	100,48		1,00
Estiércol de carnívoro (40%)	Lechuga	98,00	1,00	0,01	95,52	100,48		1,00
	Brócoli	95,00	2,00	0,02	90,03	99,97		1,00
Turba (60%)	Lechuga	99,00	1,00	0,01	96,52	101,48		1,00
	Brócoli	90,00	5,00	0,06	77,58	102,42		1,00
Turba (40%)	Lechuga	95,00	1,00	0,01	92,52	97,48		1,00
	Brócoli	92,00	3,00	0,03	84,55	99,45		1,00

P G media: Porcentaje de germinación media. Des Est: Desviación estándar. C V %: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. I C 95%: Intervalo de confianza al 95% de la media. K-S: Kolmogorov-Smirnov. s-w: Shapiro-Wilk. Sig: Nivel de significancia al 0,05

Fuente: Isaías Cl

Se puede concluir que todas las mezclas tienen estabilidad, no hay presencia de sustancias fitotóxicas y en todos los tratamientos se obtiene una germinación arriba del 90 por ciento.

El índice de germinación debe ser superior al 80% para ser considerado como satisfactorio. Los índices menores de 50% indican que el compost no ha alcanzado la fase de estabilización (Madrid & Castellanos, 1998. Negro et al., 2000. Rivero, 1999. Thivierge & Seito 2005).

Los índices de germinación de las hortalizas con el compost evaluado a los 30 días de iniciado el proceso (cuadro 4.10), indica que el compost alcanzó su fase de estabilización, ya que se obtuvieron índices de germinación mayores a 50% (Madrid & Castellanos, 1998. Negro et al., 2000. Rivero, 1999. Thivierge & Seito, 2005). Pero comercialmente, en la

producción de plántulas, sólo valores superiores al 90% son satisfactorios; las hortalizas sembradas en el sustrato con estiércol de herbívoro al 40 y al 60% superaron valores superiores a 90%. Las hortalizas sembradas en el sustrato con estiércol de carnívoro (40 - 60%), obtuvieron índices menores a valores comercialmente aceptables.

CUADRO 4.10. Índices de germinación de las hortalizas en compost a los 30 días. Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	HORTALIZAS	I G %media	Des. Est	C V %	I C 95% media		K-S Sig.	S-W Sig.
					L. inf	L. sup		
SustratoT1 60%	Brócoli	91,67	1,00	1,09	90,0	93,4		,902
	Lechuga	95,19	1,11	1,17	93,5	96,9		,852
SustratoT2 60%	Brócoli	87,68	1,00	1,14	85,3	90,0		,696
	Lechuga	84,81	1,83	2,16	82,4	87,2		,910
SustratoT1 40%	Brócoli	96,72	1,01	1,04	94,1	99,3		,876
	Lechuga	92,75	2,06	2,22	90,2	95,3		,973
SustratoT2 40%	Brócoli	87,40	1,92	2,20	85,1	89,7		,867
	Lechuga	73,49	0,65	0,89	71,2	75,8		,291

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. I G % media: Índice de germinación en porcentaje. Des Est: Desviación estándar. C V %: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. I C 95%: Intervalo de confianza al 95% de la media. K-S: Kolmogorov-Smirnov . s-w: Shapiro-Wilk. Sig: Nivel de significancia al 0,05

Fuente: Isaias CI

La variable índice de germinación tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo que la variación de índice es parecida dentro de cada sustrato, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,10) y homogeneidad de varianza (anexo 18).

Al realizar análisis de ANOVA índice de germinación se encontraron diferencias significativas en los sustratoT1 (60%), sustrato T1 (40%), sustrato T2(40%), y en el sustrato T2(60%) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los sustratos (anexo 19).

Los índices de germinación no sólo proponen calcular la germinación, sino también la longitud de las raíces en medios con compost y en medios testigos, permitiendo definir escalas de vigor para

cada cultivo, tal como se visualiza en la foto 4.1. Estas escalas visuales permiten cualitativa y cuantitativamente valorar las plántulas en 3 niveles: superior, medio e inferior para cada cultivo.



Foto 4.1. Visualización de la escala de vigor de los cultivos hortícola evaluados. **a.** Brócoli (Turba 60%); **b.** Brócoli (Turba 40%); **c.** Lechuga (Turba 60%); **d.** Lechuga (Turba 40%); **e.** Brócoli (estiércol de herbívoro 60%); **f.** Brócoli (estiércol de herbívoro 40%); **g.** Lechuga (estiércol de herbívoro 60%); **h.** Lechuga (estiércol de herbívoro 40%); **i.** Brócoli (estiércol de carnívoro 60%); **j.** Brócoli (estiércol de carnívoro 40%); **k.** Lechuga (estiércol de carnívoro 60%); **l.** Lechuga (estiércol de carnívoro 40%).

Los resultados demostraron que en las hortalizas evaluadas existen diferencias entre las raíces desarrolladas en compost y en turba estéril, es decir, que el compost presenta algunas limitaciones para ser empleado como sustrato, por sí sólo, para la germinación de hortalizas (cuadro 4.11).



Cuadro 4.11. Desarrollo de raíz (cm) de las hortalizas sembradas en tres diferentes sustratos a los 30 días. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

SUSTRATO	HORTALIZAS	Des. Raíz (cm)Media	Des Est	C V %	I C 95% media		K-S	s-w
					Límite inferior	Límite superior	Sig	Sig
SustratoT1 60%	Brócoli	5,50	0,10	1,82	5,25	5,75		1,00
	Lechuga	5,50	0,10	1,82	5,25	5,75		1,00
SustratoT2 60%	Brócoli	5,10	0,10	1,96	4,85	5,35		1,00
	Lechuga	4,90	0,10	2,04	4,65	5,15		1,00
SustratoT 60%	Brócoli	5,70	0,10	1,75	5,45	5,95		1,00
	Lechuga	5,20	0,10	1,92	4,95	5,45		1,00
SustratoT1 40%	Brócoli	5,20	0,10	1,92	4,95	5,45		1,00
	Lechuga	5,30	0,10	1,89	5,05	5,55		1,00
SustratoT2 40%	Brócoli	4,60	0,10	2,17	4,35	4,85		1,00
	Lechuga	3,90	0,10	2,56	3,65	4,15		1,00
SustratoT 40%	Brócoli	5,00	0,10	2,00	4,75	5,25		1,00
	Lechuga	5,20	0,10	1,92	4,95	5,45		1,00

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. T: Turba. Des. Raíz (cm) Media: Promedio de desarrollo de raíz en cm. Des Est: Desviación estándar. C V %: Porcentaje de Coeficiencia de Variación. I C 95%: Intervalo de confianza al 95% de la media. K-S: Kolmogorov-Smirnov s-w: Shapiro-Wilk. Sig: Nivel de significancia al 0,05

Fuente: Isaias Cl.

La variable longitud de raíz en (cm) tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo que la variación de longitud raíz es parecida dentro de cada sustrato, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,11) y homogeneidad de varianza (anexo 21).

Al realizar análisis de ANOVA longitud de raíz en (cm) se encontraron diferencias significativas en los sustrato T (60%), sustrato T2 (40%), y en el sustrato T1(60%), sustrato T2(60%), sustrato T1(40%), Sustrato T(40%) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los sustratos (anexo 22).



4.5.1. Organismos totales del sustrato

Se realizó la transformación de los datos a logaritmo natural para el análisis estadístico, con el que se obtuvo en Bacterias: S1 11,28 UFC/g y en S2 8,85 UFC/g. Hongos: S1 9,21UFC/g y en S2 8,85 UFC/g (cuadro 4.2), que comparando con los valores de los índices de calidad microbiología del compost indicado por Alvares (2009), Bonilla & Mosquera (2007), están dentro del rango permitido (bacterias 24.63 UFC/g de suelo y Hongos 6.90-16.11 UFC/g de suelo).

La variable de organismos totales tiene una desviaciones estándar menor al 50% de la media concluyendo que la variación de organismos totales es parecida dentro de cada sustrato, y también tiene una distribución normal (cuadro 4,2) y homogeneidad de varianza (anexo 24).

Al realizar análisis de ANOVA organismos totales se encontraron diferencias significativas entre bacterias y hongos totales en los sustratos (anexo 25). Lo que indica que los recuentos de bacterias y hongos varían, por utilizar diferentes materiales para el proceso de compostaje a pesar de que fue procesado en el mismo periodo y de igual condición ambiental.

Según la prueba de Duncan los valores descritos en el anexo 26 se han agrupado en tres grupos a los sustratos según las bacterias y hongos totales, lo que nos indica que los microorganismos no se presentaron en igual intensidad en los sustratos.



V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio comparativo del compost, de las dos mezclas diferentes de materiales orgánicos procedentes de Bioparque Amaru Cuenca. Según el comportamiento de las variables evaluadas, en el proceso de compostaje y en la fase de germinación, cabe destacar las siguientes conclusiones:

1. Se acepta la Hipótesis planteada: que los materiales utilizados en la elaboración del compost si contribuyeron en la obtención de abono orgánico compost con gran contenido de nutrientes para las plantas, esterilizado, estable y con gran actividad biológica.
2. El compost a base de estiércol de los animales del zoológico y sustratos procedentes del bioterio, según los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que son viables utilizar en la agricultura y por ende favoreciendo a la Agroecología; ya que al realizar el proceso de compostaje contribuye en la disminución y aprovechamiento de los desechos orgánicos, se reduce la contaminación y fomenta a una producción sana que todos anhelamos.
3. Factores (temperatura, humedad, pH y materia orgánica) durante el proceso del compostaje con las diferentes mezclas:
 - La temperatura máxima que se registra en este estudio es de 29,60°C en T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) y 20,33°C en T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio).
 - En este estudio las condiciones de temperatura favorecieron al grupo de organismos Mesófilos, los que descompusieron la materia orgánica para obtener materia y energía (compost).
 - La variable temperatura según el MANOVA indica que hay diferencia significativa entre las diferentes mezclas y entre las diferentes fechas que se realizaron las tomas de datos, esto



demuestra que los diferentes materiales de origen vegetal y animal influyen en la temperatura de la abonera y que la temperatura será diferente según la edad de establecida de la abonera. No así para la semana quinta, sexta, séptima y novena que no es significativo.

- El mayor porcentaje de humedad fue obtenido por el T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) con 106.55% y del tratamiento T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio) con 35.89%
- El pH en el T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) es 8,4 y en el T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio) es 7,7.
- La materia orgánica obtenida en T1 (estiércol de herbívoro + restos de comida) fue de 17,80% y de T2 (estiércol de carnívoro + restos de bioterio) fue de 18,59%

4. Macro y micro elementos procedentes del compostaje:

- Al realizar análisis de ANOVA a los macro nutrientes se encontraron diferencias significativas en los elementos químicos (P y Ca) y en el elemento C, N, K y Mg, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos
- La mezcla que contenía estiércol de herbívoro + restos de comida, tiene un valor de la relación C/N con 11,63:1, seguida por la mezcla conteniendo estiércol de herbívoro + restos de bioterio con 11,62:1
- Al realizar análisis de ANOVA al micro nutrientes se encontraron diferencias significativas en los elementos químicos (Fe, Mg y Cu) y en el elemento Zn no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.
- De los micronutrientes estudiados todos cumplen con los rangos establecido para compost comercial.
- Según la bibliografía, el compost obtenido en este estudio, es de buena calidad, ya los con parámetros de carbono y magnesio si se ajustan a compost comercial.



5. Diversidad de hongos y bacterias en el proceso del compostaje:

- La presencia de bacterias y hongos se dio durante todo el proceso de descomposición, siendo menor la diversidad de especies de las bacterias y hongos encontrados por tratamientos a los 60 días que a los 120 días. Entre las bacterias más encontradas están las del género *Bacillus* y *Pseudomonas*, y entre los hongos fueron los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

6. Evaluación Biológica:

- El compost utilizado para la elaboración de sustrato presentó estabilidad del material empleado para su elaboración; ya que el porcentaje de germinación de las semillas fue superior a 90%, lo que indica que no hay sustancias fitotóxicas.
- La hortalizas sembradas en el sustrato con estiércol de herbívoro al 40 y al 60% superaron valores superiores a 90% de índice de germinación, .que son comercialmente satisfactorio.
- Al realizar análisis de ANOVA índice de germinación se encontraron diferencias significativas en los sustratoT1 (60%), sustrato T1 (40%), sustrato T2(40%), y en el sustrato T2(60%) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los sustratos



VI. RECOMENDACIONES

Luego de concluir la presente investigación en el proceso de compostaje, se llega a citar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar esta técnica manual de compostaje en otros zoológicos y en centros de rescate de los animales; ya que es un proceso sencillo y económico para aprovechar los residuos orgánicos.
- Evaluar la calidad de los compost en el campo, en las dos especies de hortalizas: brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*), para valorar su efecto en el rendimiento de los cultivos y mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Investigar en los procesos biogeoquímicos que presentan en el campo en diferentes suelos de nuestra provincia con la incorporación de diferentes dosis de compost.
- Realizar recuento de la población de los microorganismos presentes en las diferentes etapas del proceso de compostaje.
- Para aprovechar a los grupos de organismos Termofilos en el proceso de compostaje recomienda establecer aboneras con mayor altura (1.5m), que permitirá incrementar la temperatura.
- Se recomienda realizar la determinación de la humedad y pH al inicio y cada mes durante todo el proceso de compostaje para evaluar la variación del mismo.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adediran A, Taiwo A, Sobulo A. (2008, 08 Oct). *Effect of Organic Wastes and Method of Composting on Compost Maturity, Nutrient Composition of Compost and Yields of Two Vegetable (en línea)*. Crops This Bulletin discusses the use of compost in vegetable production systems in Florida, United States. Journal of Sustainable Agriculture.Vol.22 Recuperado de www.agnnet.org/library/tb/147/tb147.pdf
- Altamirano F. María, Cabrera C. Carlos. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual* (Diplomado Gestión Ambiental). San Marcos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. San Marcos, Perú: Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG;pdf. Vol. 9. N° 17. pp. 75-84.
- Alvares C. (2009). *La Calidad Microbiológica del Suelo y del Compost del Parque Itchimbi en su Proceso de Recuperación: Métodos: Análisis estadístico* (Tesis Ingeniería Agronómica). Sangolquí. Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida Ingeniería en Biotecnología. Sangolquí, Pichincha. pdf pp. 19-37
- Alexander, M. (1999). *Biodegrading and Bioremediation*. 2a ed. Editorial Academia Pres. New-York. pp. 100-109.
- Atlas R, Bertha R. (2001). *Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental*. 4ta edición Editorial. Addison Wesley. Barcelona –España .pp. 459-473.
- Amir S, Hafidi M, Merlina G, Revel J. (2005). *Structural characterization of fulvic acids during composting of sewage sludge*. Process Biochemistry. 40: 1693-1700.
- Arbeláez E, Vega A, Arbeláez M, Ortiz D. (2008). *Resumen Ejecutivo del Proyecto Bioparque y Zoológico de Cuenca: Ecuador* (s.n.). p. 7 pdf.
- Baeta-Hall L, Saagua M, Bartolomeu M, Anselmo A, Rosa M. (2002). *A compostagem como processo de valorização dos resíduos produzidos*



naestacção de azeiteem contínuo. (s.l.). Boletín de Biotecnología 72: 31-37.

Bermúdez F. (1997). *Aplicación Agronómica de Lodos Residuales a Suelos en Ambientes Semiáridos y su Efecto sobre Propiedades Físico-Químicas: Materiales y Métodos* (Tesis Doctoral). Universidad de Lleida Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Lleida: España: (s.n); pp. 39 – 91.

Blanco J. (2012?). *Acondicionadores y Mejoradores del Suelo*: Compost. Colombia Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – PRONATTA. (s.l.) p. 17. Recuperado de http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718153746_Acondicionadores%20y%20mejoradores%20de%20suelo.pdf

Bekendam J, Grob R. (1985). *Handbook on seedling evaluation*. 2a Ed. The Internacional Seed Testing Association (ISTA). Zurich. p130.

Brock, T.D; Smith, D.W; Madigan M.T. (1987). *Microbiología*. 4ta ed. (s.n), México. p 737.

Bongcam V E. (2003). *Guía para compostaje y manejo de suelos*. Convenio Andrés Bello CAB, serie ciencia y tecnología, Bogotá. (110), p. 32

Basaure P. (2012, 6 de Mar.). *Manual de Lumbricultura: Proceso de Compostaje*. Santiago de Chile. Recuperado de <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/23234.html>

Bonilla P, Mosquera M. (2007). *Grupo de Biotecnología Ambiental e Industrial: Valores de los índices de calidad microbiología del compost*. Departamento de Microbiología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Cra. 7ª No. 43-82. Bogotá: Colombia. pdf.

Callejas A. (2008). *Estudio del compostaje aeróbico como alternativa para la estabilización de lodos procedentes de una planta de tratamiento de aguas servidas de la Región del Bío Bío*: Materiales y Método (Tesis de Maestría). Universidad de la Frontera. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración Departamento de Ciencias Químicas Tumaco: Chile. pp. 23 - 55 pdf.



- Comando A. (2006). *Optimación del Compostaje de residuos Sólidos Urbanos en Proceso de Serie Anaerobio-Aerobio* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ordenación del Territorio Urbanístico y Medio Ambiente. Cátedra de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Madrid: España: (s.n.);pdf. p. 45.
- Caballero J. (2010). *Propiedades Químicas del Suelo: Importancia de Materia Orgánica en el suelo* (en línea). Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. Trabajo Práctico. Paraguay. p 15. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/68024457/21/F-Macro-y-Micronutrientes>
- Castillo E, Rodríguez M, Rugama A. (2002). *Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua*. Managua: Nicaragua: (s.n); p. 13
- Castillo A, Quarín S y Iglesias M. (1999). *Caracterización Química y Física del Compost de Lombrices Elaborado a partir de Residuos Orgánicos puros y combinados: Métodos aplicados en laboratorio de suelo* (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Nordeste. Secretaría Ciencia y Técnica. Argentina. Agricultura Técnica versión impresa ISSN 0365-2807pdf. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072000000100008&script=sci_arttext
- Cariello M, Castañeda L, Riobo I, González J. (2007). *Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos*. R.C. Suelo Nutr.Veg.7 (3). Paraná: Argentina.
- Cegarra J. (1994). *Compostaje de Desechos Orgánicos y Criterios de Calidad del Compost*: En Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) (Ed.), Memorias Curso Master Internacional Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. pp. 1-8.
- Cereijo D, Ferro J. Villar A, Rodríguez-Abalde & Mato S. (s.f.). *Estudio comparativo sobre la aptitud para el compostaje de la fracción orgánica de RSU separada en origen y la recuperación por separación mecánica a*



partir de la fracción inerte. España. p.5. pdf. Recuperado de <http://webs.uvigo.es/smato/pubs/427.pdf>

Chile. (2000). Gobierno regional región Metropolitana de Santiago. *Normas de Calidad del Compost*. Propuesta consolidada para consulta república 10-10-2000. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Departamento descontaminación, planes y normas. Región Metropolitana de Santiago. STGO, Chile. pp. 2 -10.Pdf.

Corominas, E. Pérez, M. (1994). Compost: elaboración y características. Agrícola Vergel. Revisión de Literatura (Tesis de Maestría en Fertilidad del Suelo). Año XIII. No. 146: 88 – 94. Recuperado de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/archives/HASH0144.dir/doc.pdf>

Corazón verde. (1996). *Compostaje y lombricultura*, San Vicente del Raspeig. Alicante, España, José Antonio Marina (Ed.).1996 Recuperado de <http://www.corazonverde.org/cursos/compost.html>.

Cepeda L, Valencia S. (2007). *Aislamiento de Bacterias Lipolíticas y Determinación de Patógenos Humano Escherichiacoli y Salmonella sp. A Partir de Residuos Orgánicos Domiciliares en Compostaje* (Tesis). Pontificia Universidad Javarina Facultad de Ciencias Microbiología Industrial. Carrera Microbiología Industrial. Bogotá: Colombia. pp. 2-8 pdf

Costa F, García C, Hernández T, y Polo, A. (1991). *Residuos orgánicos urbanos: Manejo y utilización*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Murcia, España.p.181

Corbit R A. (2003). *Manual de referencia de Ingeniería Medioambiental*. Brage McGRAW-Hill interamericana de España, S.A.U., Madrid. pp. 8.163 – 8.168.

Cooperband L. (2012). *Biología de Compostaje: Relación de Carbono Nitrógeno*. Departamento de Ciencias de Suelo. Universidad de Wisconsin-Madison. Artículo. Recuperado de <http://www.wastenot-organics.wisc.edu/05composting/presentations/spanish/biologiadelcompostaje.pdf>



- Cubero F D. (1994). *Manual de manejo y conservación de suelos y Aguas*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Euned. (2da ed.), San José. C.R. p. 300
- Dalzell H, Biddlestone A, Gray K y Thurairajan T. (1991). *Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales*. Boletín de suelos FAO (56). Roma. Italia. (Ed). p. 58 y p.177
- Del Pozo J. (2005). *Mi nombre ha de vivir y yo me de ir a mi destino: La Asociación "Transito Amaguaña". Género, Producción y Aprendizaje Intercultural en los Pueblos Andinos: Nombre Científico de Hortalizas* (ed). Chimba, Cayambe: Ecuador.p. 81
- Deacon L, Louise P, Liu J, Drew G, Hayes E, Simón J, et al. (2009, 21 December). *Endotoxin emissions from commercial composting activities*. Sampling took place at a large-scale green waste composting facility in central England. Published Environmental Health: Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/dv322t5p3298747p/fulltext.pdf>
- Estrada de Luis I y Gomez J. (2006). *La valorización del compost*. Proyecto Biometanización: Valorización de los residuos a través de la producción de Biogás. Biomasa Peninsular. Madrid: España.
- Ecuador. (2010). Elecaastro S.A. Empresa Electro Generadora del Austro. *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de Retiro de la Central Termoeléctrica de Monay* Resumen Ejecutivo. (s.n). Cuenca: Ecuador. pdf. p.18
- Empresa PúblicaMunicipal deAseo. (2011). Objetivos. EMAC Cuenca: Ecuador (acezado 07 Nov. 2011) Recuperado de <http://www.emac.gov.ec/?q=node/277>
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2012). *Parámetros de suelos para la Región Sierra: Análisis químico del compost*. Laboratorio de Sanidad Vegetal. Tumbado: Ecuador, AGROCALIDAD.
- Ecoamérica. Tecnologías limpias para el nuevo milenio. (2001). *Compostaje: creciendo en calidad*. Chile. Ed. N°9: pp 14-15.



El Portal Profesional del Medio Ambiente. (2010). *Suelos y Residuos: Relación Carbono y Nitrógeno*. Enciclopedia virtual. AMBIENTUM. (s.l). Recuperado de www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/166.21r.html

Fernández L, Norma G, Roldan T, Ramírez M, Zegarra H, Uribe P, Reyes R, Flores D, et al. (2006). *Manual de técnica de análisis de suelos aplicados a la remediación de los sitios contaminados: Fosforo Soluble*. Instituto Mexicano de Petróleo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. ISBN 968-489-039-7. p 30 pdf

Fourti O, Haydri Y, Murano F, Jedidi N, Hassen A. (2008, 16 June). A new process assessment of co-composting of municipal solid wastes and sewage sludge in semi-arid pedo-climatic condition. The study was performed in the composting plant of Beja located 100 km from the north of Tunis. Published: Centre des Recherches et des Technologies des Eaux, Laboratoire Traitement et Recyclage, BP 24 -1082, Cité Mahrajène, Tunis, Tunisie
Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/804q228w21n86351/fulltext.pdf>

Food and Agriculture Organización. (2011). *Método simple para la fabricación de Carbón Vegetal: Análisis típico del carbón vegetal y densidad aparente en Kg/m3*. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S11.htm>

Fernández M, Gómez M, Estrada B. (2004). *Compost legislation: sanitation vs Biological quality*. I International Conference Soil and Compost Eco-Biology (s.l.). pp. 167-183.

Faucette B, Risse M. (2012) Compost Utilization for Erosion Control. The University of Georgia. Collage of Agricultural. Environmental Sciences. B1200. Recuperado de http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=6296#1

García G, Monge N. (1999). *Agricultura orgánica*. (ed.) Editorial Universidad Nacional a Distancia. San José, Costa Rica. p. 457

García C. (2001). *Fertilización de suelos y fertilización de cultivos*. Texto básico. (ed.). (s.n.) Managua: Nicaragua. p104.



- Gonzales R. (2008). *Maestro compostador. Consultoría de los tratamientos biológicos de residuos orgánicos: Historia del compostaje*. Artículo. Recuperado de <http://www.maestrocompostador.com/compostaje/origenes/origenes.htm>
- Garcimartin M. (2008). *Producción, Manejo y Almacenamiento de Residuos en las Explotaciones Ganaderas: Estercoleros. Parámetros de producción*. España: (s.n); Recuperado de <http://www.cvr.etsia.upm.es/Residuos/Residuos%20Ganaderos%20ESTERCOLEROS.pdf>
- García-Gil J. (2001). *Efectos residuales y acumulativos producidos por la aplicación de compost de residuos urbanos y lodos de depuradoras sobre agrosistemas mediterráneos degradados* (Tesis Doctoral en Ciencias) CSIC. España.
- Gea T, Barrena R, Artola A, Sánchez A. (2007). *Optimal bulking agent particle size and usage for heat retention and disinfection in domestic wastewater sludge composting*. Waste Management. 27:1108-1116.
- Goyal S, Dhull S, Kapoor K. (2005). *Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity*. Bioresource Technology. 96: 1584-1591.
- Google earth. (2014). *Ubicación geográfica de Bioparque Amaru Cuenca*, Recuperado de www.googleearth.com.
- Godoy, N. (2002). *Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de compost en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela* (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay: Venezuela. p. 75
- Gómez Z J. (2000). *Abonos orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia (Ed.), (s.n). Santiago de Cali. p.107
- Giménez A, Soliva M, Huerta O. (2005). *El mercado del Compost en Cataluña. Oferta y Demanda*. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB). Agencia de Residuos de Cataluña (ARC). Documento. Normativa española



y Europea sobre la Calidad Analítica del compost. Tabla. Valores promedios de diferentes parámetros en muestras de Compost en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona y Comparación con la respuesta Europea (Resultados procedimientos de los informes de los convención ESAB/ Servicios de medio Ambiente de la Diputación de Barcelona /IGME. Cataluña: España. p 17 pdf

Huerta E, Fragoso C, Patrick L (2005). *Efecto de la Aplicación de Hojarasca de Mucuna sobre Densidad y Biomasa de Lombrices de Tierra*: Materiales y Métodos. México: (s.n.). Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57311146012.pdf>

Henao C.H. (1996). *Manejo técnico de los residuos sólidos urbanos*. En: Memorias curso taller Alternativas para Disminuir los Impactos Ambientales en los Sistemas de Producción Agropecuaria: Aspectos Técnicos y Legales, Palmira, Colombia, Diciembre 4 - 6 de. pp. 8 – 17

Hernández M. E. (2007). *Metodología de la investigación* Escuela Nacional de Salud Pública Cuba. p 32. Recuperado de www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/gericuba/como_escribir_una_tesis.pdf

Haug, R.T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers. Boca Raton.Florida.

Huddleston, J.H. and Ronayne, M.P. (1990). *Guide to soil suitability and site selection for beneficial use of sewage sludge*. Manual 8. Oregon State University Extension Service. p. 76

Howard A. (2010). *Autosuficiencia Económica. Instituto para la Vida de las Plantas de Indore*: El método de compostaje Indore. Indias Centrales: Argentina: (s.n); Revista Digital Recuperado de <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=960>

Instituto Internacional de reconstrucción Rural, Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas. (1998). *Guía Práctica para su Huerto Familiar Orgánica: Compostaje o abonera orgánica* (ed). Quito: Ecuador; IIRR AVDC p 45.



- Corporación de investigación Tecnológica de Chile. Huechuraba, (1999). *Manual de Compostaje*. Santiago de Chile. INTEC. pdf Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/55187119/22/Parametros-de-Calidad-del-Compost>
- Infoagro. (2011). *El compost: Proceso de compostaje*. Recuperado de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- Kulcu R, Yaldiz O. (2007). *Composting of goat manure and wheat straw using pine cones a bulking agent* (s.n). Bioresource Technology. 98:2700-2704.
- Labrador J. (2001). *La materia orgánica en los agrosistemas*. (2da ed.). Ediciones mundi prensa. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España. p. 152 – 180.
- Lesme R, Oliva L. (2011). *Factibilidad del empleo de los residuos de la industria de la madera para la obtención de energía eléctrica: Residuos de la industria forestal* (Tesis Pregrado). Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Oriente. Centro de Estudios de Eficiencia Energética. Cuba: (s.n); Recuperado de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Zg7JTI_CkRsJ:www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar11/HTML/articulo05.htm+densidad+de+aserrin&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec
- Luque M, O. (1997). *Alternativas económicas para el manejo de residuos Orgánicos en centros de reciclaje*. Fundación para la investigación agrícola, (Ed.), X Jornada de Conservación Ambiental, Valencia, Venezuela, 18 - 20 de julio de 1997.p.10
- Lugo S y Gitscher H. (2005). *Evaluación de los proyectos de compostaje en el Ecuador*. Fundación Natura –Repamar- Cepis GTZ. Actualizado.
- Madrid C, Castellanos Y. (1998). *Efecto de los activadores sobre la calidad de compost elaborados con cachaza y bagazo de la caña de azúcar*. Venezuela. p. 6
- Machado S. GI (2008). Conductividad eléctrica. Medidas de la conductividad eléctrica aparente del suelo para inducción electromagnética y variabilidad especial de propiedades físicas y químicas del suelo (Tesis Doctoral).Universidad de Santiago de Compostela. España. p. 46



- Mazzarino M, Laos F, Satti P, Roselli L, Moyano S, Tognetti C, y V. Labud. (2005). *Aprovechamiento Integral de Residuos orgánicos en el n.o. De Patagonia*. Grupo de Suelos del CRUB, Universidad Nacional Comahue, (Ed.), Quintral, Bariloche.
- Martínez G, J. (1996). *Manejo de desechos sólidos mediante compostaje*. En Córdoba Quindío, trabajo de grado, (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. pp. 19 – 33.
- Miscantaros. (2011). *El compost: Física de Compost* . Argentina: (s.n). Recuperado de <http://www.miscanteros.com.ar/compost/fisica.htm>
- Meirelles A, Vulpato C, Motter C, Venrurin L, Guazzelli M, Bellé N, et al. (2005). *Agricultura Ecológica*. Principio Básico: Compostaje. Centro Ecológico (ed) (s.l.). Brasil: (s.n.).pp. 26 – 38.
- Méndez S. (1987). *Fertilización en el Ajo (Allium sativum) con diferentes niveles de N, Gallinaza y Compost: Resultado y discusión* (Tesis Ingeniería Agronómica). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Cuenca: Ecuador. pp. 54-58
- Meirelles A, Vulpato C, Motter C, Venrurin L, Guazzelli M, Bellé N, et al. (2005). *Agricultura Ecológica*. Principio Básico: Compostaje. Centro Ecológico (ed) (s.l.). Brasil: (s.n.). pp. 26 – 38.
- Meléndez G, Soto G. (2003). *Indicadores químicos de calidad de Abonos Orgánicos*. En: Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica CIA, CATIE, (Ed.), Abonos Orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la Agricultura, San. C.R. pp. 50 – 63
- Muñoz J. (2005). *Compostaje en Pescador, Cauca: Tecnología Apropriada para el Manejo de Residuos Orgánicos y su Contribución a la Solución de Problemas Medioambientales: Marco teórico y Métodos*. (Tesis Ingeniería Ambiental) Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Facultad de Ingeniería y Administración. pp 6 -54



- Muñoz I, Mendoza C, López G, Soler A, Hernández M. (2000). *Manual de análisis de suelo: Edafología*. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.
- Navarro S, Navarro G. (2000). *Química Agrícola*. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal (ed), Madrid: España. pp 143-432.
- Negro M, Villa F, Alarcón R, Ciria P, Cristóbal M, Benito A, et al. (2000). *Gestión y producción del compost*. Dirección General de Tecnología. Centro de Técnicas Agrarias. Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura. Informaciones Técnicas Nº 88. Zaragoza: Aragón. p. 32
- Octavio I, Paz A, Dugo M. (2003). *Evaluación de la densidad aparente en diferentes sistemas de laboreos de suelo, en el noreste de la Península Ibérica*: Introducción (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Nordeste. Noreste: Península Ibérica: Recuperado de <http://www1.unne.edu.agr/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-032.pdf>
- Obarra taldea. (2011). Grupo de trabajo técnico especializado en aprovechamiento integral de restos orgánicos. Manual práctico de compostaje (s.l.). Recuperado de <http://www.abarrataldea.org/manual.htm>
- Opazo G, M. (1991). *Manual para tratamiento integral de basuras: Producción de abono orgánico (compost) a partir de desechos sólidos domésticos*. Fondo rotatorio Editorial Tecnología Apropiada y Participación Comunitaria, Enda América Latina, Fedevivenda, Dimensión Educativa, (Ed.), Bogota: Colombia, . p. 58
- Ortega R. (1986). *Evaluación de métodos químicos para predecir el requerimiento de fertilizante fosfatado del cultivo de la papa (Solanum Tuberosum L.), en suelo calcáreo con y sin perlita* (Tesis maestría) UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 42, 44, 48, 103, 114 y 115.
- Òscar H. & López M. (2010). *El compostaje casero*. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, UPC. Edición 1ra. Barcelona-España. p 11. Recuperado de <http://www1.diba.cat/liblioteca/pdf/49526.pdf>



- Paz F. (2008) *Determinación de la Composición Química de la Madera obtenida del primer clareo en Arboles de melina (gmelina arborea roxb.), de una plantación proveniente del departamento de Izabal. Composición Química de Madera, Celulosa: Marco teórico* (Tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería San Carlos, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1090_Q.pdf
- Pascuali. (1980). *El reciclaje de la materia orgánica en la agricultura de América. Revisión de Literatura* (Tesis de Maestría en Fertilidad del Suelo). FAO. pp. 15 –17. Recuperado de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/archives/HASH0144.dir/doc.pdf>
- Peña E, Carrión M, Martínez F, Rodríguez y Companioni N. (2002). *Manual para la Producción de Abonos Orgánicos en la Agricultura Urbana*. Sistema de Compostaje. Edición: INIFAT, La Habana, Cuba. p 27. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/55135640/17/Sistemas-de-Compostaje>
- Qiao L, Ho G. (1997). *The effects of clay amendment on composting of digested sludge*. University Murdoch Library. Water Research. 31(5): p.1056-1064 Recuperado de <http://researchrepository.murdoch.edu.au/11160/>
- Quispe P, Suquilanda M, Lalama M. (2009). *Proyecto de Elaboración de Compost con Basuras Urbanas, dos Métodos de Compostaje y dos Fuentes de Microorganismos Efectivos a tres Dosis*. Mira, Carchi: Ecuador: (s.n.); pdf
- Programa para el Manejo del Agua y del Suelo. (2012). Universidad de Cuenca. *Red Hidrometeorológica: Temperatura y Precipitación de mayo-agosto*. PROMAS. Cuenca: Ecuador.
- Roman P. (2012). Taller – Técnica de Compostaje. Cambio Climático y Sostenibilidad Ambiental. Paraguay. Recuperado de http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcp-par-3303/compost.pdf
- Rojas F, Zeledón E. (2005). *Efecto de Diferentes Residuos de Origen Vegetal y Animal en algunas Características Física, Química y Biológica del Compost. Hacienda las Mercedes, Managua* (Trabajo de Diplomado)



Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía Departamento de Producción Vegetal. Managua: Nicaragua: (s.n.). pdf

Rivero, C. (1999). *Materia orgánica del suelo*. Rev. Facultad de Agronomía. Alcance 57:127-146. Universidad Central de Venezuela. Maracay-Venezuela. pp 211 - 270

Rivera G. (2007). *Concepto introducción a fitopatología. Material proporcionado en el curso de Fitopatología*. San José: Costa Rica. (ed) pdf. p 145-147. Recuperado de <http://bookg.google.com.es/book?sbn=99683>.

Restrepo, J y Rodríguez, J. (2002). *El suelo, la vida y los abonos orgánicos*. (ed.). editorial enlace, Managua, Nicaragua. p. 84

Röben, E. (2002). *Manual de Compostaje Para Municipios: Criterios de Calidad Para el Compostaje y Para el Uso del Compost.DED*. Ilustre municipal de Loja (Ed.), Loja: Ecuador. p. 68

Ruessac F, Ruessac A. (2003). *Métodos y Técnicas Instrumentales Modernas. Teoría y Ejercicios Resueltos Análisis Químico: Parámetros Estadístico básicos* (ed). Madrid, España. pp 403-406.

Sorasua H. Mendiguren U. M. Anuntzibai L. Irazabal X. Olabuenaga A. Arrien A. Rivero R. (2013) *Compostaje en estiércoles en agricultura ecológica*. Euskadiko Nekazaritza eta ElikaduracEkologikoaren Kontseilua. ENEEK. Euskadi. Recuperado de http://www.eneek.org/descargas/dteknikoak/GU%C3%8DA%20COMPOST_ENEEK_2013.PDF

Sánchez T. (2009). *Caracterización Microbiológica del Proceso de Compostaje a Partir de Residuos Azucareros* (Tesis de Maestría). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Agronomía (Ucv-Fagro) (s.l.). Venezuela: (s.n.). pdf.

Sánchez K. (2001). *Evaluación de la solarización y usos del agente microbiológico antagónico para controlar el patógeno del suelo bajo invernadero* (Tesis Ingeniería en Agrónoma). Universidad Central del Ecuador.



- Sadzawka A, Carrasco M, Grez R, Mora M. (2005). *Métodos de Análisis de Compost: Relación Carbono Nitrógeno*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Serie Acta N°30, Santiago: Chile. p 148. Pdf. Recuperado de <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR32184.pdf>
- Salazar S, Fortis M, Vázquez A, Vázquez C. (2003). *Abonos Orgánicos y Praticultura*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. México. p. 6 -70. ISBN: 968-6404-63-5.
- Salcedo, E. (1998). *El composteo: Una alternativa con actualidad y futuro*. Guadalajara. p. 170
- Soto G. (2003): *Abonos orgánicos, Principios, Aplicaciones e impactos en la agricultura*: En Gloria Meléndez, Abonos orgánicos: definiciones y procesos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (ed.), (s.l.) San José, Costa Rica (s.n.). pp. 20, 27 – 49 pdf
- Sztern D, Pravia M. (1999). *Manual para la elaboración de compost: bases conceptuales y procedimientos*. Organización Panamericana de la Salud y (ed).Organización Mundial de la Salud.
- Stoffell P, Kahn B. Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola. (ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona. 2005. p 26.
- Solange A. (2008). *Compostaje Familiarizándonos: El compostaje aerobio*. Recuperado de <http://civilambiental.bligoo.com/content/view/308682/Compostaje-Familiarizandonos.html#content-top>
- Scherer Jane. (2010). *Conceptos básicos de compostaje y Lumbricultura*. Universidad De Illinois. Illinois: Argentina: Recuperado de <http://www.rotarybellville.org.ar/lumbricultura.pdf>
- Sing K, Frisvad J. Thrane and Mathur. (1991). *An Illustrated manual on Identification some seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their mycotoxins*. 1ra. Edición. Aoi Tryk as Odense. Institute of seed Pathology for Developing Countries Ryvangs Allé. Helleup, Denmark. p. 133.



- Stofella M, Khan B. (2004). *Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola*. Grupo Mundi-Prensa .España. pp. 95-97 y 287-290.
- Tellez, V. (s.f.). *Abonos orgánicos en uso*. En: Desmi, A.C., Los abonos Agroecologicos Recuperado de <http://www.laneta.apc.org/biodiversidad/documentos/agroquim/abonorgadesmi.htm>.
- Tiquia M. (2000). *Evaluating phytotoxicity of pig manure from the pig – on – litter system*. En: P.R. Warman y B.R. Taylor, Ed., Proceedings of the International Composting Symposium, CBA PressInc.Truro,NS (s.l.) pp. 625-647.
- Trivierge. C y Seito. M. (2005). *Nuevas Tecnologías de vivero en Nicaragua, bandejas y sustratos mejorados-compost*. (ed.). Primera edición. Managua, Nicaragua. pp. 23-43.
- Terrazas J. (2011). *El suelo: Generalidades e importancia de sus propiedades físicas*. Densidad aparente de suelo. Recuperado de <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=20761&publi=&idSec=31&id2=20769>
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. (1994). *Gestión integral de Residuos sólidos*. Mc Graw Hill Interamericana de España, s. a. Madrid. pp. 781-783.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil, S. (1994). *Gestión integral de Residuos sólidos*. Mc Graw Hill Interamericana de España, s. a. Madrid. 2 pp. 781-783.
- Uribe L. (2003). *Taller de abonos Orgánicos/CATIE*. San José: Costa Rica:(s.n.). p.10 Memoria.
- Universidad Estatal a Distancia (UNED). (1998). *Manejo adecuado de los desechos sólidos en industrias*. I edición. San José, Costa Rica. pp. 38 y 171
- Varnero M, Rojas C, Orellana R. (2007). *Índices de Fitotoxicidad en Residuos Orgánicos Durante el Compostaje: Metodología* (Tesis de

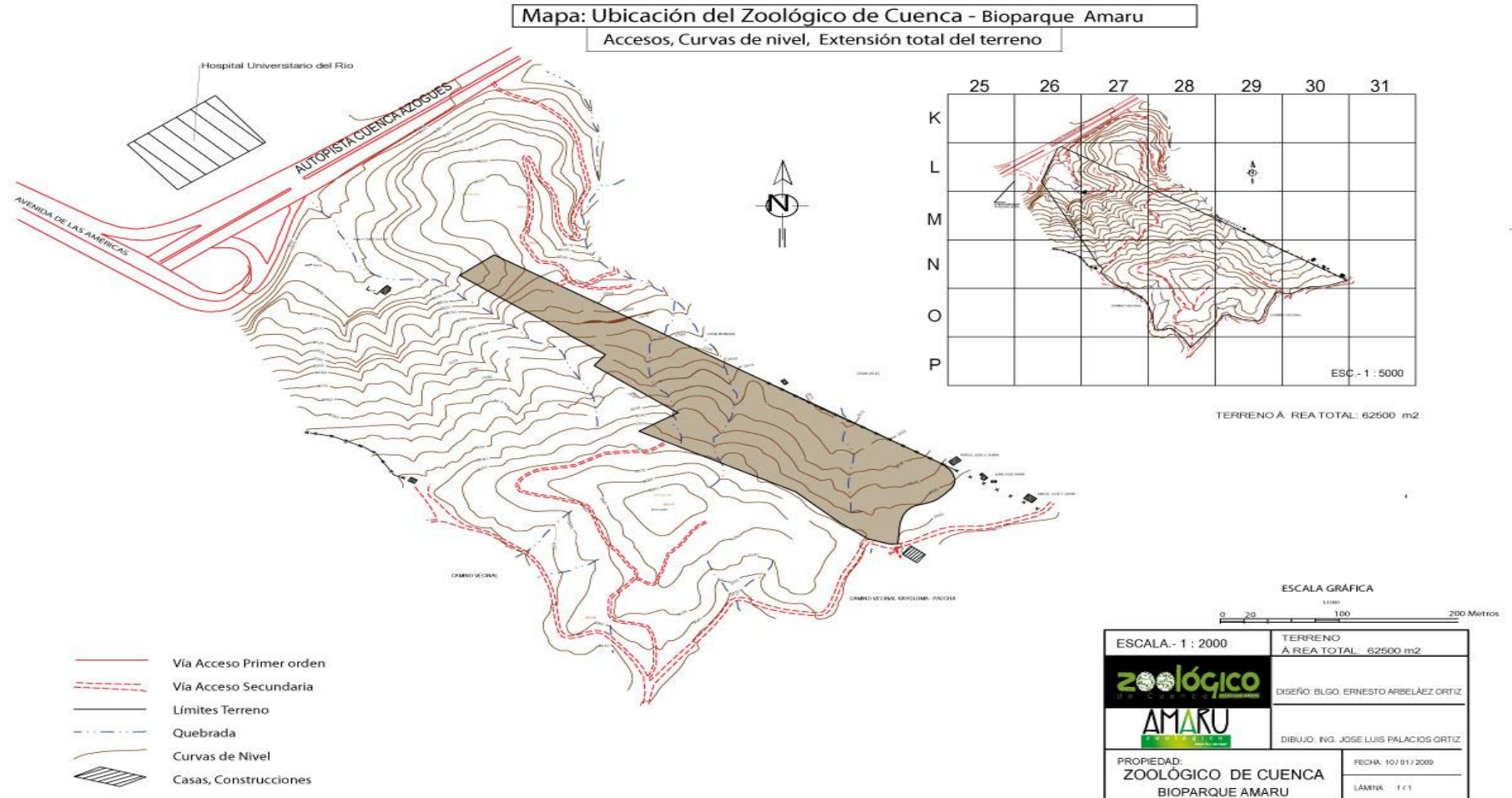


- Maestría).Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos (s.l.). Chile: (s.n.). pdf.
- Vansintjan G, Vega E. (1992). *La materia orgánica en el suelo y la aplicación de abonos orgánicos*. Managua, Nicaragua. p 26
- Vento M. (2000). *Estudio sobre la preparación del compost estático y su calidad: Revisión de Literatura (Tesis de Maestría en Fertilidad del Suelo)*.Universidad de Camaguey Instituto de Suelos. Camaguey: Cuba: (s.n.). p. 7. pdf.
- Viera W, Bernal G. (2004). *Determinación de la calidad microbiológica del compost para la producción ecológica de cultivos en la región interandina*. Departamento de Protección Vegetal, INIAP. Pichincha.
- Yamada K, Kawase K. (2006). *Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption*. Waste Management. 26: pp. 49-61.
- Yong X, Guang-Ming Z, Zhao-Hui Y, Yan-He M, Cui H, Wen-Jun Sh, et al (2011, 25 Nov.). *Effects of Continuous Thermophilic Composting (CTC) on Bacterial Community in the Active Composting Process*. Published: 25 May 2011. Fan Solid wastes were collected from a municipal transferstation near the campus of Hunan University in Changsha, China. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/f54402gq506hx624/fulltext.pdf>
- Zmora-Nahum S, Markovitch O, Tarchitzky J, Chen Y. (2005). *Dissolved organic carbon (DOC) as a parameter of compost maturity*. Soil Biology & Biochemistry. 37: pp. 2109- 2116
- Zbytniewski R, Buszewski B. (2005). *Characterization of natural organic matter (NOM) derived from sewage sludge compost. Part 1: chemical and spectroscopic properties*. Bioresource Technology. 96: pp. 471-478.
- Zuconi F, Peram A, Forte M, De Bertolidi M. (1981). *Evaluating toxicity of immature compost: Effect of sewage sludge and salmon wastes applied to a Patagonian soil on lettuce (Lactuca sativa L.) germination*. Biocycle 22: 54-56. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27912006000300002&script=sci_arttext

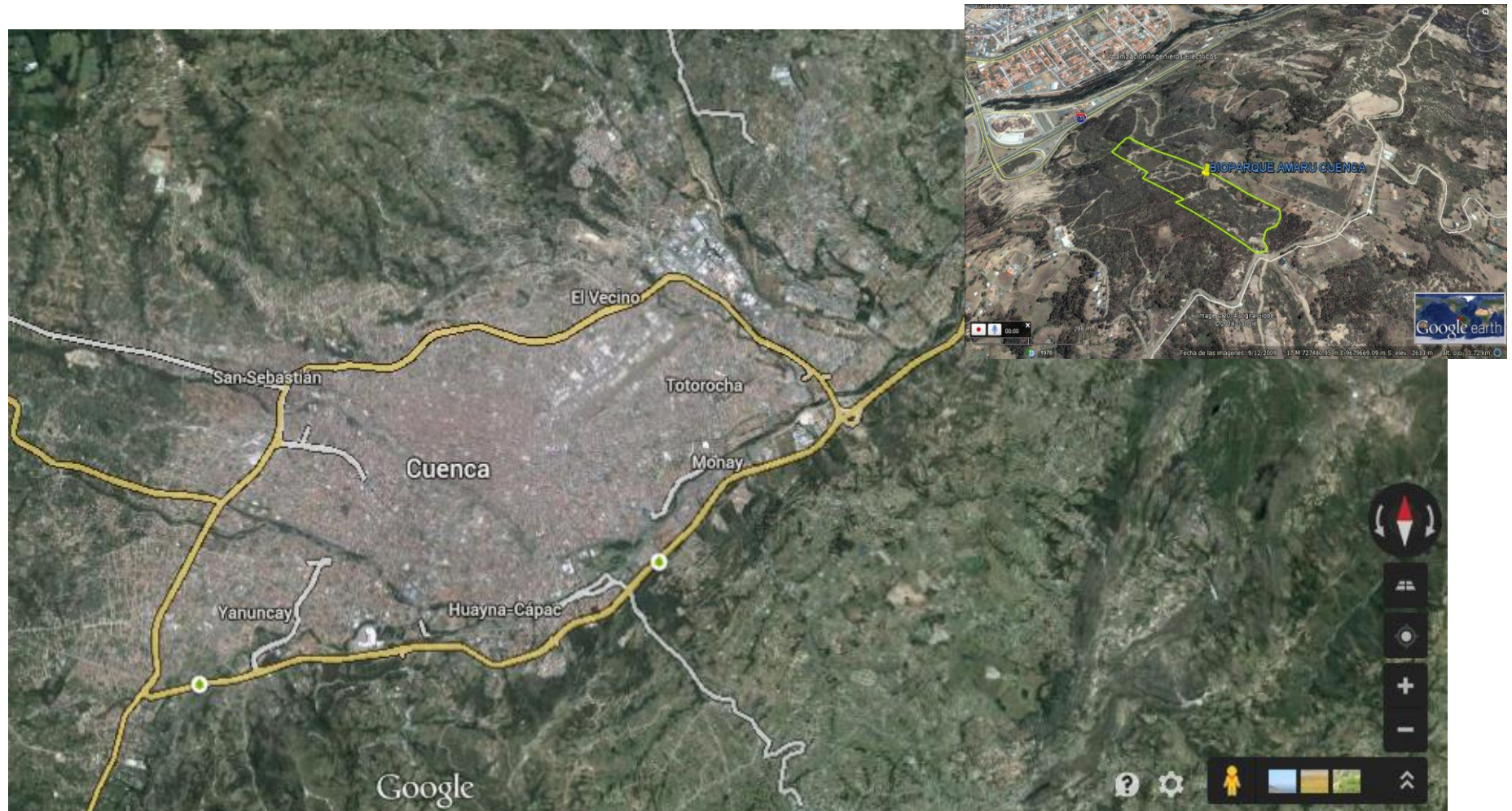


ANEXOS

ANEXO 1. Mapa: Ubicación del Bioparque Amaru de Cuenca



ANEXO 2: Mapa gráfico del Bioparque Amaru de Cuenca



ANEXO 3. Imagen: Lugar de compostaje y silos



Foto 1. Lugar del Compostaje



Foto 2. Silos



Foto 3. Silos con material a compostar

ANEXO 4. Imagen: Material obtenido al final del proceso de Compostaje.



ANEXO 5. Imagen: Establecimiento de semillero



ANEXO 6. Imagen: Desarrollo de las plantas.



10 días de siembra



20 días de siembra



30 días de siembra

ANEXO 7. Registro de campo de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7	TS8
T1	I	30,0	23,0	19,9	18,6	18,9	20,1	17,6	16,6
	II	29,8	23,3	20,0	18,7	19,0	20,2	17,7	16,7
	III	29,0	23,4	20,1	18,5	19,3	20,4	18,0	16,9
T2	I	18,9	20,0	16,8	16,7	19,6	20,5	17,8	18,1
	II	18,6	21,5	16,6	16,2	19,2	20,2	17,1	17,9
	III	18,7	19,5	16,7	16,3	19,3	20,3	17,2	18,0
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	TS9	TS10	TS11	TS12	TS13	TS14	TS15	TS16
T1	I	17,9	17,2	16,6	15,0	16,0	16,2	16,4	14,1
	II	18,2	17,3	16,7	15,3	16,3	16,7	16,5	14,2
	III	18,0	17,5	16,8	15,7	16,1	16,5	16,6	14,3
T2	I	21,0	18,4	17,3	18,1	19,3	18,4	18,6	16,3
	II	20,0	18,2	17,0	18,2	19,6	18,6	18,9	16,6
	III	18,0	18,3	17,1	18,3	19,7	18,7	19,0	16,7

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. TS: Registro de temperatura semanal.

Fuente: Isaias CI

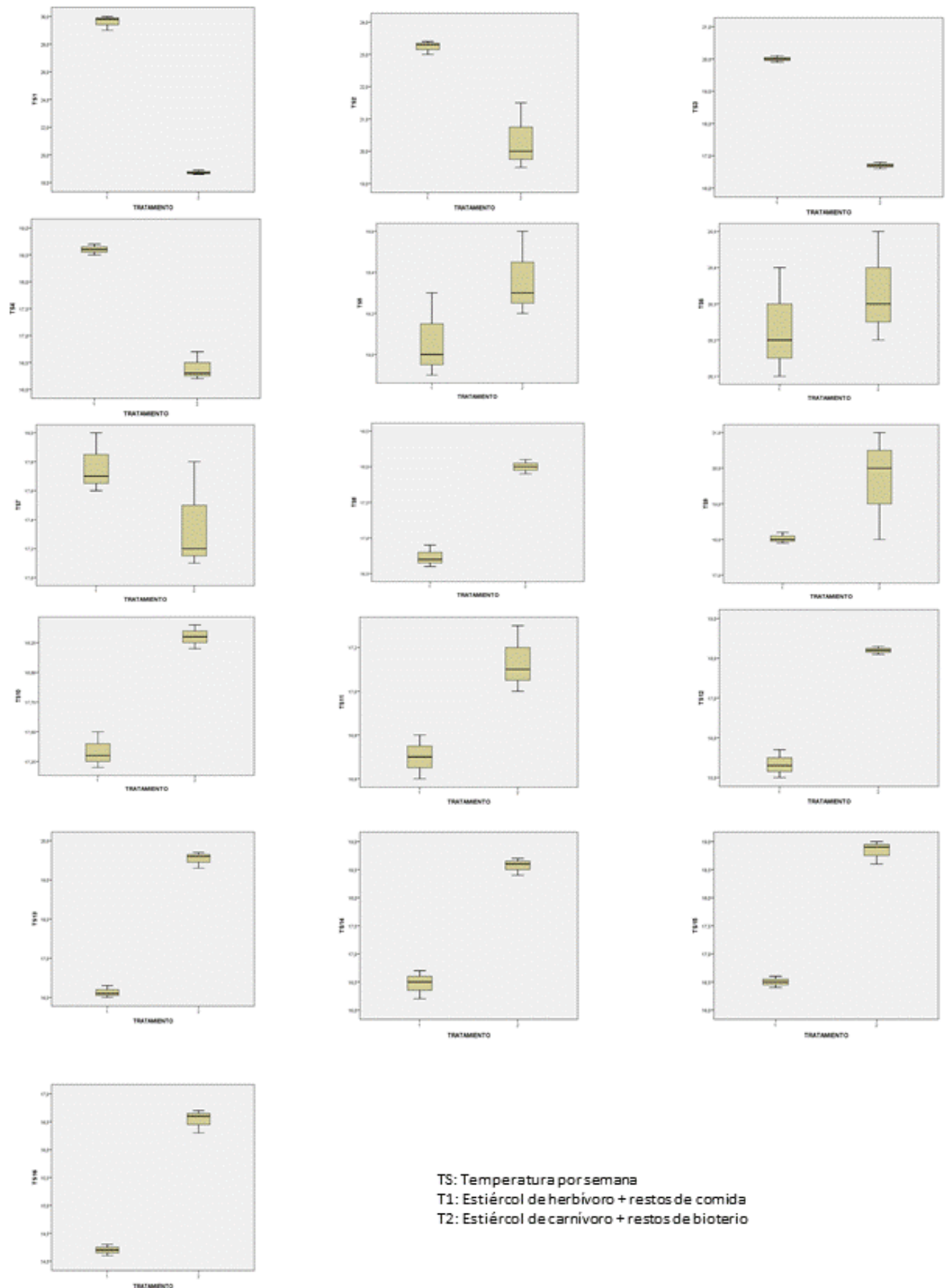
ANEXO 8. Prueba de igualdad de Levene de registro de campo de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.

SEMANA	F	Sig.
TS1	7,69	0,08
TS2	8,46	0,07
TS3	0,00	1,00
TS4	4,00	0,12
TS5	0,00	1,00
TS6	0,00	1,00
TS7	2,12	0,22
TS8	0,73	0,44
TS9	6,17	0,07
TS10	0,73	0,44
TS11	0,73	0,44
TS12	2,56	0,19
TS13	0,50	0,52
TS14	0,64	0,47
TS15	2,29	0,21
TS16	2,29	0,21

TS: Registro de temperatura semanal

Fuente: Isaias CI

ANEXO 9. Diagrama de Cajas de temperaturas semanales durante cuatro meses en los tratamientos. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012.



ANEXO 10. Registro campo de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Pot.* PH	H. GRAV %	MO %	C %	N %	P. %	K. %
T1	I	8,37	114,78	20,71	12,04	1,03	0,105	0,06
	II	8,39	100,88	11,04	6,42	0,55	0,107	0,1
	III	8,41	104	21,66	12,59	1,08	0,103	0,1
T2	I	7,74	36,09	9,4	5,47	0,47	0,029	0,06
	II	7,68	33,63	24,04	13,98	1,2	0,025	0,23
	III	7,74	37,96	22,34	12,99	1,12	0,03	0,4
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Ca. %	Mg. %	Fe. ppm	Mn. ppm	Cu. ppm	Zn. ppm	
T1	I	0,6	0,48	53,8	107	7,4	52,8	
	II	0,6	0,42	49,3	112,6	6,9	57	
	III	0,59	0,51	51,1	118,1	4,7	45,7	
T2	I	0,66	0,32	63,4	68,8	4,8	47,2	
	II	0,8	0,45	64,7	68,3	4	49,4	
	III	0,76	0,47	77,3	61,5	4,4	41,8	

T1: Estiércol de Herbívoro con restos de comida (Tratamiento 1) .T2: Estiércol de Carnívoro con restos de bioterio (Tratamiento 2). MO: Materia Orgánica. C: Carbono N: Nitrógeno P: Fósforo K: Potasio Ca: Calcio Mg: Magnesio Fe: Hierro. Mn: Manganese. Cu: Cobre. Zn: Zinc.

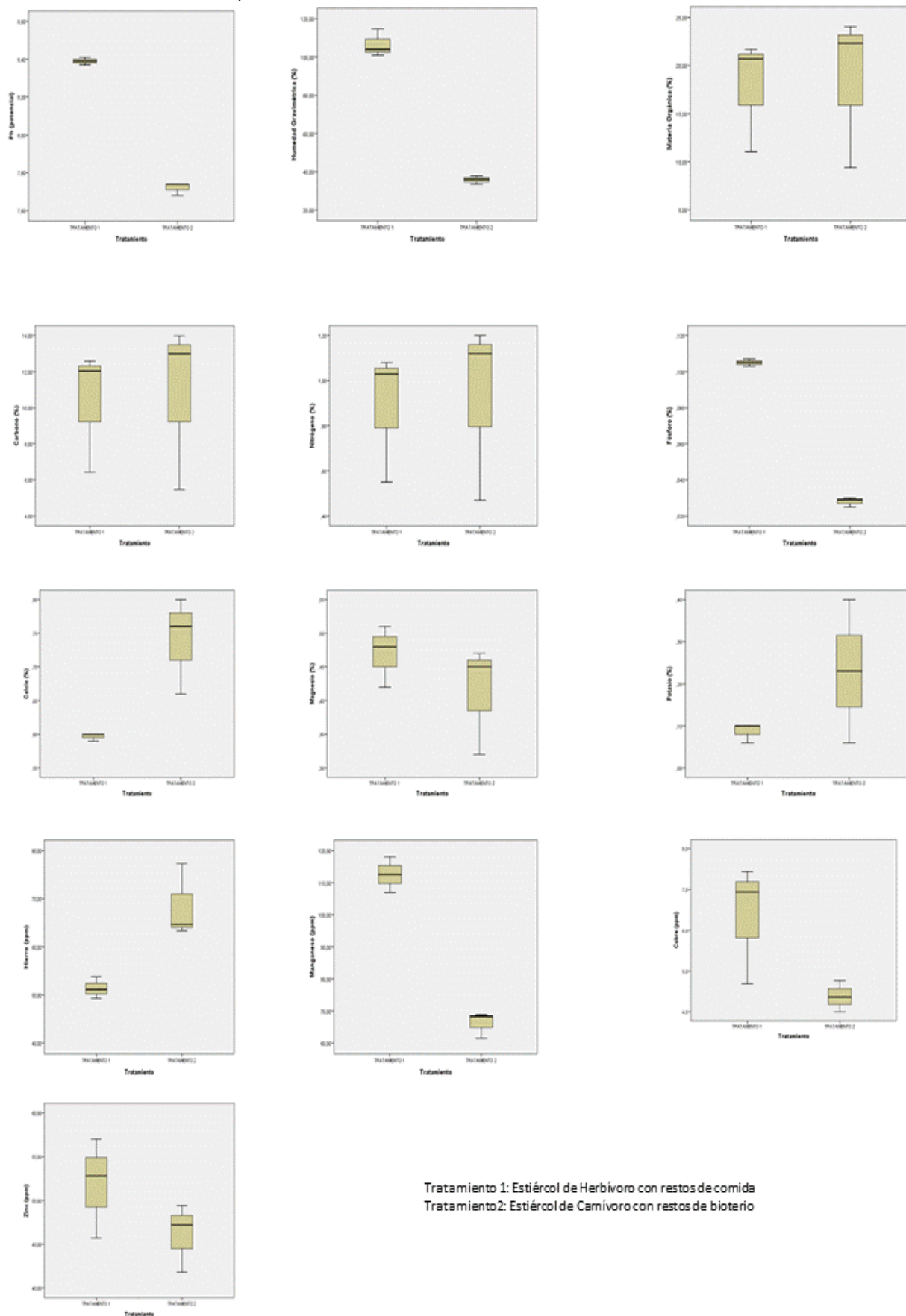
Fuente: Isaias CI

ANEXO 11. Prueba de igualdad de Levene de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

ELEMENTO	Est Levene	Sig.
Ph (potencial)	2,00	0,23
Humedad Gravimétrica (%)	5,06	0,09
Materia Orgánica (%)	0,67	0,46
Carbono (%)	0,67	0,46
Nitrógeno (%)	0,69	0,45
Fósforo (%)	0,57	0,49
Potasio (%)	2,83	0,17
Calcio (%)	7,65	0,05
Magnesio (%)	1,99	0,23
Hierro (ppm)	6,72	0,06
Manganese (ppm)	0,08	0,79
Cobre (ppm)	6,37	0,07
Zinc (ppm)	0,42	0,55

Fuente: Isaias CI

ANEXO 12. Diagrama de Cajas de los resultados de análisis químico de las aboneras con diferentes materiales orgánicos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.



ANEXO 13. Registro de campo de temperatura y de la humedad relativa diaria del semillero, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

DÍA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	DÍA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
1	25	69	16	24,8	70,1
2	24	70,2	17	25	70
3	25	70	18	25,5	70,1
4	25	70	19	25,3	70
5	24,5	70,1	20	25,1	69,9
6	25,2	70	21	25,2	70
7	25	70	22	25	70,1
8	25	70	23	25	70,2
9	25,3	70	24	25	70
10	24,8	70	25	25	70,1
11	25,1	70,2	26	25	70
12	25,2	70	27	25,1	69,8
13	25	70,1	28	25	70
14	25	70	29	25,2	70
15	25,1	70	30	25	70
continua		PROMEDIO		25	70

Fuente: Isaias CI

ANEXO 14. Registro de campo de los porcentajes de germinación de las semillas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

HORTALIZAS	REPETICIÓN	T160%	T140%	T260%	T240%	T60%	T40%
Brócoli	I	95	93	98	95	90	92
	II	94	92	97	93	85	89
	III	96	94	99	97	95	95
Lechuga	I	90	91	90	98	99	95
	II	89	89	88	97	100	94
	III	91	93	92	99	98	96

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. T: Turba

Fuente: Isaias CI

ANEXO 15. Prueba de igualdad de Levene de los porcentaje de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	Est Levene	Sig.
Estiércol de herbívoro (60%)	0,00	1,00
Estiércol de herbívoro (40%)	0,80	0,42
Estiércol de carnívoro (60%)	0,80	0,42
Estiércol de carnívoro (40%)	0,80	0,42
Turba (60%)	2,46	0,19
Turba (40%)	1,60	0,28

Fuente: Isaias CI

ANEXO 16. Análisis de varianza ANOVA de porcentaje de germinación de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	F	Sig.
Estiércol de herbívoro (60%)	37,50	0,00
Estiércol de herbívoro (40%)	2,40	0,20
Estiércol de carnívoro (60%)	38,40	0,00
Estiércol de carnívoro (40%)	5,40	0,08
Turba (60%)	9,35	0,04
Turba (40%)	2,70	0,18

Fuente: Isaias CI

ANEXO 17. Registro de campo de los índice de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

HORTALIZAS	REPETICIÓN	SustratoT1 60%	SustratoT2 60%	SustratoT1 40%	SustratoT2 40%
Brócoli	I	91,61	87,50	96,80	87,24
	II	90,70	86,79	95,68	85,56
	III	92,69	88,76	97,69	89,39
Lechuga	I	95,09	84,91	92,72	73,96
	II	94,13	82,92	90,71	72,75
	III	96,35	86,59	94,82	73,76

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio.

Fuente: Isaias CI

ANEXO 18. Prueba de igualdad de Levene de índice de germinación en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	F	Sig.
SustratoT1 60%	0,04	0,85
SustratoT2 60%	0,71	0,45
SustratoT1 40%	0,86	0,41
SustratoT2 40%	1,90	0,24

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio.

Fuente: Isaias CI

ANEXO 19. Resultado de análisis de ANOVA de índice de germinaciones obtenidas en dos tratamientos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.

Origen		F	Sig
Hortalizas	SustratoT1 60%	16,76	0,02
	SustratoT2 60%	5,70	0,08
	SustratoT1 40%	9,03	0,04
	SustratoT2 40%	141,09	0,00

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio.

Fuente: Isaias CI

ANEXO 20. Registro de campo de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

HORTALIZAS	REPETICIÓN	T1 60%	T2 60%	T60%	T1 40%	T2 40%	T40%
Brócoli	I	5,4	5	5,6	5,1	4,5	4,9
	II	5,5	5,1	5,7	5,2	4,6	5
	III	5,6	5,2	5,8	5,3	4,7	5,1
Lechuga	I	5,6	5	5,3	5,4	4	5,3
	II	5,5	4,9	5,2	5,3	3,9	5,2
	III	5,4	4,8	5,1	5,2	3,8	5,1

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. T: Turba

Fuente: Isaias Cl

ANEXO 21. Prueba de igualdad de Levene de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	Est Levene	Sig.
SustratoT1 60%	0,00	1,00
SustratoT2 60%	0,00	1,00
SustratoT 60%	0,00	1,00
SustratoT1 40%	0,00	1,00
SustratoT2 40%	0,00	1,00
SustratoT 40%	0,00	1,00

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. T: Turba

Fuente: Isaias Cl

ANEXO 22. Análisis de varianza ANOVA de desarrollo de raíz en cm de las hortalizas sembradas en los diferentes sustratos, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

SUSTRATO	F	Sig.
SustratoT1 60%	0,00	1,00
SustratoT2 60%	6,00	0,07
Sustrato T 60%	37,50	0,00
SustratoT1 40%	1,50	0,29
SustratoT2 40%	73,50	0,00
Sustrato T 40%	6,00	0,07

T1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. T2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. T: Turba

Fuente: Isaias Cl

ANEXO 23. Registro de campo de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de hortalizas, Bioparque Amaru, Cuenca 2012

SUSTRATO	REPETICIÓN	BACTERIAS	HONGOS
Sustrato 1	I	11,27	9,2
	II	11,28	9,21
	III	11,29	9,22
Sustrato2	I	8,84	8,84
	II	8,85	8,85
	III	8,86	8,86
Sustrato3	I	10,58	10,58
	II	10,59	10,59
	III	10,6	10,6

S1: Estiércol de herbívoro + restos de comida. S2: Estiércol de carnívoro + restos de bioterio. S3: Turba

Fuente: Isaias CI

ANEXO 24. Prueba de igualdad de Levene de recuentos de hongos y bacterias totales, en los tres sustratos utilizados para la siembra de hortalizas, Bioparque Amaru, Cuenca 2012.

COLONIAS	Estd Levene	Sig.
Bacterias	0,00	1,00
Hongos	0,00	1,00

Fuente: Isaias CI

ANEXO 25. Análisis de varianza ANOVA de las poblaciones totales de bacterias y hongos (UFC/g de muestra) encontrados en tres sustratos diferentes. Bioparque Amaru, Cuenca. 2012

COLONIAS	F	Sig.
Bacterias	47043,00	0,00
Hongos	25308,00	0,00

Fuente: Isaias CI

ANEXO 26. Prueba de Duncan de las medias totales de bacterias y hongos Med. (Ln X) (UFC/g) obtenidas en tres sustratos con diferentes materiales orgánicos. Bioparque Amaru Cuenca, 2012.

BACTERIAS Med. (Ln X) (UFC/g)				
Duncan ^a				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
Sustrato	N	1	2	3
Sustrato2	3	8,8500		
Sustrato3	3		10,5900	
Sustrato 1	3			11,2800
Sig.		1,000	1,000	1,000
HONGOS Med. (Ln X) (UFC/g)				
Duncan ^a				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
Sustrato	N	1	2	3
Sustrato2	3	8,8500		
Sustrato 1	3		9,2100	
Sustrato3	3			10,5900
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Isaias CI



ANEXO 27. Resultados de exámenes de Laboratorio de AGROCALIDAD

	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito) Telef: 02-2372-845 Ext: 209	
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 234CE
Fecha del Informe: 01-08-12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX
Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20-07-12
Fecha inicio diagnóstico: 20-07-12
Colector: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01-08-12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis micológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Papa Dextrosa Agar acidificado.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Hongos
234CE	Tratamiento 1	Compost	Compost	<i>Fusarium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp.

Observaciones: Ninguna.

Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco - Quito) Telef: 02-2372-845 Ext: 209	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 235CE
Fecha del Informe: 01 - 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX
Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 - 07 - 12
Fecha inicio diagnóstico: 20 - 07 - 12
Coleктор: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01 - 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis Bacteriológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Agar Nutritivo y pruebas bioquímicas.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Bacterias
235CE	Tratamiento 1	Compost	Compost	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.

Observaciones: Ninguna.


 Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



<p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca</p>	<p>LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)</p>	<p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>
	<p>INFORME DE DIAGNÓSTICO</p>	

Hoja 1 de 1

Informe N° 236CE
Fecha del Informe: 01 – 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX
Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 – 07 – 12
Fecha inicio diagnóstico: 20 -07 - 12
Colector: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01 – 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis micológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Papa Dextrosa Agar acidificado.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Hongos
236CE	Tratamiento 2	Compost	Compost	<i>Geotrichum</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.

Observaciones: Ninguna.

Ing. Carlos Delgado Ch.
Profesional Responsable
LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 237CE
Fecha del Informe: 01 – 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX

Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 – 07 – 12
Fecha inicio diagnóstico: 20 -07 - 12
Colector: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01 – 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis Bacteriológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Agar Nutritivo y pruebas bioquímicas.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Bacterias
237CE	Tratamiento 2	Compost	Compost	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Xanthomonas</i> sp.

Observaciones: Ninguna.


 Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 238CE
Fecha del Informe: 01 – 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost **Cultivo:** XXXX
Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca
Parroquia: XXXX **Localidad:** XXXX **Predio:** XXXX
Coord. X: XXXX **Coord. Y:** XXXX **Altitud:** XXXX

Fecha de recolección de la muestra: XXXX **Colector:** XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 – 07 – 12 **No. de Factura:** 0010747
Fecha inicio diagnóstico: 20 -07 - 12 **Fecha finalización diagnóstico:** 01 – 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis micológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Papa Dextrosa Agar acidificado.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Hongos
238CE	Testigo 1	Compost	Compost	<i>Fusarium sp.</i>

Observaciones: Ninguna.



Ing. Carlos Delgado Ch.
Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 239CE
Fecha del Informe: 01 – 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost **Cultivo:** XXXX
Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca
Parroquia: XXXX **Localidad:** XXXX **Predio:** XXXX
Coord. X: XXXX **Coord. Y:** XXXX **Altitud:** XXXX

Fecha de recolección de la muestra: XXXX **Colector:** XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 – 07 – 12 **No. de Factura:** 0010747
Fecha inicio diagnóstico: 20 -07 - 12 **Fecha finalización diagnóstico:** 01 – 08 - 12


Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis Bacteriológico.


RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Agar Nutritivo y pruebas bioquímicas.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Bacterias
239CE	Testigo 1	Compost	Compost	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.

Observaciones: Ninguna.


 Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable


 Agencia Ecuatoriana
 de Aseguramiento
 de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD
 LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 240CE
Fecha del Informe: 01 - 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX
Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 - 07 - 12
Fecha inicio diagnóstico: 20 - 07 - 12
Coleктор: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01 - 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis micológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Papa Dextrosa Agar acidificado.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Hongos
240CE	Testigo 2	Compost	Compost	<i>Cylindrocarpon</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.

Observaciones: Ninguna.



Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 241CE
Fecha del Informe: 01 – 08 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Isaías Clavijo
Dirección: Av. 10 de Agosto 1-357 y Hortensia Mata
Provincia: Azuay
Teléfono: 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Compost
Provincia: Azuay
Parroquia: XXXX
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Cantón: Cuenca
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Predio: XXXX
Altitud: XXXX
Fecha de recolección de la muestra: XXXX
Fecha de Ingreso de la muestra: 20 – 07 – 12
Fecha inicio diagnóstico: 20 -07 - 12
Coleктор: XXXX
No. de Factura: 0010747
Fecha finalización diagnóstico: 01 – 08 - 12

Descripción: Muestra de compost, para la realización de análisis Bacteriológico.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Aislamiento en medio Agar Nutriente.

Código de Laboratorio	Código de campo	Muestra	Parte aislada	Bacterias
241CE	Testigo 2	Compost	Compost	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Xanthomonas</i> sp.

Observaciones: Ninguna.

Ing. Carlos Delgado Ch.
 Profesional Responsable



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



<p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca</p>	<p>LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)</p>	<p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>
	<p>INFORME DE DIAGNÓSTICO</p>	

Hoja 1 de 1

Informe N° 409 CE
Fecha del Informe: 06-11 – 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaias Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay

Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos **Cultivo:** XXXX **Procedencia:** Cuenca
Parroquia: Cuenca **Localidad:** XXXX **Predio:** XXXX
Coord. X: XXXX **Coord. Y:** XXXX **Altitud:** XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012 **No. de Factura:** 0011217
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012 **Fecha finalización diagnóstico:** 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Hongos.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-PDA

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	HONGOS (número estimado de UFC)
409 CE	Sustrato 1	Sustrato	1x10 ⁴ UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:

Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama
Analista de Laboratorio



LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

Bioq. Verónica Ramírez
Responsable de Laboratorio



NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe

06 NOV 2012

Handwritten signature/initials



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 410 CE
Fecha del Informe: 06-11 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaias Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay

Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos	Cultivo: XXXX	Procedencia: Cuenca
Parroquia: Cuenca	Localidad: XXXX	Predio: XXXX
Coord. X: XXXX	Coord. Y: XXXX	Altitud: XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012 **No. de Factura:** 0011217
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012 **Fecha finalización diagnóstico:** 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Bacterias.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-Agar Nutritivo

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	Bacterias (número estimado de UFC)
410 CE	Sustrato 1	Sustrato	8×10^4 UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:
 Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama
 Analista de Laboratorio



LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

Bioq. Verónica Ramírez
 Responsable de Laboratorio

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 411 CE
Fecha del Informe: 06-11 – 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaías Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay
Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos
Parroquia: Cuenca
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Procedencia: Cuenca
Predio: XXXX
Altitud: XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012
No. de Factura: 0011217
Fecha finalización diagnóstico: 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Hongos.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-PDA

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	HONGOS (número estimado de UFC)
411 CE	Sustrato 2	Sustrato	7×10^3 UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:
 Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama
 Analista de Laboratorio

LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

Bioq. Verónica Ramírez
 Responsable de Laboratorio

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



<p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca</p>	<p>LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)</p>	<p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>
	<p>INFORME DE DIAGNÓSTICO</p>	

Hoja 1 de 1

Informe N° 412 CE
Fecha del Informe: 06-11 – 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaias Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay

Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos
Parroquia: Cuenca
Coord. X: XXXX

Cultivo: XXXX
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX

Procedencia: Cuenca
Predio: XXXX
Altitud: XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012 **No. de Factura:** 0011217
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012 **Fecha finalización diagnóstico:** 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Bacterias.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-Agar Nutritivo

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	Bacterias (número estimado de UFC)
412 CE	Sustrato 2	Sustrato	7×10^3 UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:
Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama
Analista de Laboratorio



Agencia Ecuatoriana
de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD
LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

Bioq. Verónica Ramírez
Responsable de Laboratorio

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 413 CE
Fecha del Informe: 06-11 – 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaias Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay

Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos	Cultivo: XXXX	Procedencia: Cuenca
Parroquia: Cuenca	Localidad: XXXX	Predio: XXXX
Coord. X: XXXX	Coord. Y: XXXX	Altitud: XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012 **No. de Factura:** 0011217
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012 **Fecha finalización diagnóstico:** 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Hongos.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO MICOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-PDA

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	HONGOS (número estimado de UFC)
413 CE	Sustrato 3	Sustrato	4x10 ⁴ UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:
 Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama Analista de Laboratorio	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA TUMBACO - ECUADOR	Bioq. Verónica Ramírez Responsable de Laboratorio

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe.



	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA (Vía Interosánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 209)	AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE DIAGNÓSTICO	

Hoja 1 de 1

Informe N° 414 CE
Fecha del Informe: 06-11 - 12

DATOS DEL CLIENTE

Empresa Solicitante: Sr. Isaias Clavijo Quishpe
Dirección: Cuenca
Provincia: Azuay
Teléfono: 03 2817150
Cantón: Cuenca

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Sustratos
Parroquia: Cuenca
Coord. X: XXXX
Cultivo: XXXX
Localidad: XXXX
Coord. Y: XXXX
Procedencia: Cuenca
Predio: XXXX
Altitud: XXXX

Fecha de Ingreso de la muestra: 26-10-2012
Fecha inicio diagnóstico: 29-10-2012
No. de Factura: 0011217
Fecha finalización diagnóstico: 05-10-2012

Descripción: Muestra sustrato (compost), para la realización de recuento de Bacterias.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO

Método utilizado: Recuento en medios de cultivo-Agar Nutritivo

Código de Laboratorio	Muestra	Parte aislada	Bacterias (número estimado de UFC)
414 CE	Sustrato 3	Sustrato	4x10 ⁴ UFC/10 g MUESTRA

Observaciones:


Estos resultados corresponden al conteo indirecto por el método de diluciones.
 Los resultados emitidos en este informe corresponden al número estimado de UFC

Ing. Silvia Pachacama
 Analista de Laboratorio

Bioq. Verónica Ramirez
 Responsable de Laboratorio

NOTA: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 563 Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Fecha del informe: 14-Sep-2012

Remitente de la(s) muestra(s):

Propietario de la(s) muestra(s): Sr. Isaias Clavijo

Número Telefónico: 2817150/ 091428060

Email: lclq-23@hotmail.com

No. Factura: 10995

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 07-Sep-2012

Nombre de la finca o terreno / Parroquia:

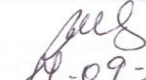
Cantón: Cuenca

Provincia: Azuay

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado		Pot.*	Vol.*		Col.*	AA*							Grav.*
No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)	Ca* (cmol/Kg)	Mg* (cmol/Kg)	Fe* (ppm)	Mn* (ppm)	Cu* (ppm)	Zn* (ppm)	H* (%)
1504	Testigo 1	7.17	2.73	0.14	34.2	1.16	21.20	4.66	38.7	19.94	4.96	14.43	26.59
1505	Tratamiento 1 Repetición 1	8.37	20.71	1.03	1054.0	1.45	30.15	39.81	53.8	107.00	7.44	52.80	114.78
1506	Tratamiento 1 Repetición 2	8.39	11.04	0.55	1073.0	2.48	30.15	39.69	49.3	112.60	6.94	57.00	100.88
1507	Tratamiento 1 Repetición 3	8.41	21.66	1.08	1026.0	2.46	29.43	41.89	51.1	118.10	7.30	58.30	104.00
1508	Testigo 2	7.46	1.36	0.07	41.1	1.57	27.55	21.05	51.1	11.78	4.69	14.22	23.91
1509	Tratamiento 2 Repetición 1	7.74	9.40	0.47	294.0	1.54	32.88	26.25	63.4	68.80	4.77	47.20	36.09

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad


14-09-12



 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 563 Via Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 2 de 2
---	--	-------------

Método aplicado		Pot.*	Vol.*		Col.*	AA*							Grav.*
No. LAB.	Nombre de la Muestra	ph	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)	Ca* (cmol/Kg)	Mg* (cmol/Kg)	Fe* (ppm)	Mn* (ppm)	Cu* (ppm)	Zn* (ppm)	H* (%)
1510	Tratamiento 2 Repetición 2	7.68	24.04	1.20	245.0	5.90	39.85	36.86	64.7	68.30	4.82	49.40	33.63
1511	Tratamiento 2 Repetición 3	7.74	22.34	1.12	303.0	10.30	38.08	38.19	77.3	61.50	4.36	41.80	37.96

* Pot.: Potenciométrico; Vol.: Volumétrico; Col.: Colorimétrico; AA: Absorción Atómica; Grav.: Gravimétrico; MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno total; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: Hierro; Mn: Manganeseo; Cu: Cobre; Zn: Zinc y H: Humedad.

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1


Dra. Alejandra Recalde Vera
RESPONSABLE TÉCNICO

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad